

BASELIUS RESEARCHER



JULY - DECEMBER 2019
ISSN No: 0975-8658

**A BIENNIAL
JOURNAL OF
INTERDISCIPLINARY
STUDIES AND RESEARCH**

NAAC RE-ACCREDITED @ A (3.11)

PUBLISHED ON BEHALF OF
BASELIUS RESEARCH GUIDANCE CENTRE
BASELIUS COLLEGE, KOTTAYAM
KERALA, INDIA - 686 001

Patron Saint

H. H. Moran Mar Baselios Geevarghese II

Patrons

H. H. Baselios Marthoma Paulose II, Catholicos of The East &
His Grace Dr. Thomas Mar Athanasius Metropolitan, Manager, M.O.C. Colleges

Advisory Board

Rev. Dr. K. M. George	(India)
Dr. Alexander Karakkal	(India)
Dr. P. C. Ravindran	(India)
Dr. V. Mathew Kurian	(India)
Dr. K. P. Joy	(India)
Dr. A. P. Thomas	(India)
Prof. O. M. Mathew	(India)
Dr. M. S. Samuel	(India)
Dr. E. C. Raju	(India)
Dr. Mathew George Panicker	(UK)
Dr. Babu Philip	(Australia)
Dr. Jacob Naduparambil	(Germany)
Dr. V. Alexander Raju	(Ethiopia)

Editorial Board

Dr. Biju Thomas (Principal)

Editors

Dr. Jalaja J. Malayan Associate Professor, Dept. of Chemistry,
Baselios College, Kottayam. Ph: 9961570352

Dr. Jyothimol P. (Vice Principal)
Associate Professor, Dept. of English, Baselius
College, Kottayam. Ph: 9495690047

Dr. Joy Markose (Bursar)
Dr. Shaju M. J.
Dr. Suma Bino Thomas
Dr. Annie Cherian
Dr. Nibu A. George
Fr. Dr. Thomson Roby
Dr. Sindhu Jones
Dr. Anisha Mary Mathew
Dr. Ambika D.
Dr. Priya Thambi T.
Dr. Krishnaraj M. V.
Dr. Selvi Xavier
Dr. Misha Hari
Dr. Sajish P. R.
Dr. Geethalakshmi K.
Dr. Rejitha V.
Dr. Aparna Thankappan
Dr. Jinta Thomas
Dr. Sheeja Kuriyakose
Dr. Mitty Thampy
Dr. Anit M. Thomas

Printed and Typeset at:
Dona Colour Printers,
Kottayam. Ph: 2562008

ISSN 0975 - 8658

BASELIUS RESEARCHER

**A Biannual Journal of
Interdisciplinary Studies and Research
(Peer refereed)**

ISSN 0975 - 8658

BASELIUS RESEARCHER

**A Biannual Journal of
Interdisciplinary Studies and Research
(Peer refereed)**

**Volume XX Number 2
July - December 2019**

**Published on behalf of
Baselius Research Guidance Centre
Baselius College, Kottayam
Kerala, India - 686 001**

**BASELIUS COLLEGE, KOTTAYAM
Affiliated to Mahatma Gandhi University
Kottayam, Kerala
NAAC RE-ACCREDITED @ A (3.11)
Accredited by
International Accreditation Organization**

CONTENTS

Vol. XX No. 02 July - December 2019

1	Phytochemical Investigation on the Bark of <i>Butea monosperma</i> Plant and its Antimicrobial activity Mity Thambi & Tom Cherian	85
2.	Theoretical and Experimental Study on Third Order Nonlinear Optical Properties of N-(2, 4-dinitrophenyl) naphthalen-1-amine Anju Linda Varghese, P.L. Maria Linsha, Ignatious Abraham and M. George	90
3.	Stress Management Among Bank Employees with Special Reference to Pala Municipality Joppachan Tom	104
4.	Review on <i>Annona Glabra</i>-An underutilised Mangrove Plant Jinu Mathew and Mity Thambi	113
5.	Microalgae as an Alternative Source for Bio-Plastic Production: A Review Neethu Elsa Thomas ¹ , Devika R Balasubramanian ¹ , Anamika G R ¹ , Rajeeb Singh ¹ , A Anjana ¹ and Dr Vimala R ²	116
6.	Molecular Docking - A Review Jeethu George	126
7.	എഴുത്തു വഴിയുടെ കാനോപ്പറങ്ങൾ തേടിയുള്ള യാത്ര അനീഷ് എം. ആർ.	128
8.	മലയാളത്തിലെ വിമർശകത്വം പ്രൊഫ. ജോജി മാടപ്പാട്ട്	134

Editorial

To write, learn and think must be a motto of each and every one of us to reach our destination. Research and development remain as the strength of every society and culture. From time immemorial human beings have been applying the knowledge, experience and experiment for the advancement of society and surrounding condition.

It was the advancement in research that led to the emergence of vaccination as a preventive measure and made a breakthrough in the eradication of many diseases. With the present scenario that the world is now facing, more researches have to be done on the virus and disease, so that a post pandemic world can become a dream come true. The Pandemic has underlined the importance of investing in research and development to prepare for future pandemic shocks and for increasing health and economic resilience.

Research and Development have always gone hand in hand with the latter following the former. This Journal, Baselius Researcher is a biannual publication of interdisciplinary research, will provide a space for the bright minds to develop and realise their potential and lay out their ideas.

Regards,

Editors

Dr. Jyothimol P (Vice Principal)

Dr. Jalaja J. Malayan

5-8-2020

From the Principal's Desk

The Higher Education Scenario is in a dynamic state of flux as its objectives have shifted from the national to the global. The world has come to our finger tips with the development of technology. Technical advancements have also altered the questions of originality and creativity.

The dynamics of higher education rests mainly on research. Original thought and enquiry are the prerequisites of research. Technology should not carry us unethically to plagiarism and plunder.

Baselius College is releasing 2nd issue of the 20th volume of its research journal Baselius Researcher in August 2020. The lock down period following the Covid-19 pandemic has allowed us to keep in touch with our creative side.

I sincerely hope that Baselius Researcher would provide an ethical platform for development of the spirit of enquiry and the emergence of unique thoughts in the field of Humanities, Commerce and Science.

I wish this endeavor all success.

5-8-2020

Dr. Biju Thomas
Principal
Baselius College, Kottayam

DECLARATION

Form I (See Rule - 3)

STATEMENT ABOUT OWNERSHIP AND OTHER PARTICULARS OF THE JOURNAL

- | | |
|---|--|
| 1. Title of the Newspaper | Baselius Researcher |
| 2. Language in which it is published | English |
| 3. Place of Publication | Kottayam |
| 4. Periodicity of the Publication | Half yearly |
| 5. Retail Selling Price of the Newspaper | Rs. 1000/- (Annual Subscription) |
| 6. Printers Name
(Whether citizen of India?
If foreign, state the country of origin)
Address | Dr. Biju Thomas
Yes, Indian

Dr. Biju Thomas
Principal
Baselius College, Kottayam
Kerala, India |
| 7. Publisher's Name
(Whether citizen of India?
If foreign, state the country of origin)
Address | Dr. Biju Thomas
Yes, Indian

Dr. Biju Thomas
Principal
Baselius College, Kottayam
Kerala, India |
| 8. Editor's Name
(Whether citizen of India?
If foreign, state the country of origin)
Address | Dr. Jalaja J. Malayan
Dr. Jyothimol P. (Vice Principal)
Yes, Indian

Dr. Jalaja J. Malayan
Dr. Jyothimol P. (Vice Principal)
Baselius Research
Guidance Centre
Baselius College, Kottayam
Kerala, India |
| 9. Name and address of Individuals who own the Newspaper and partners and shareholders holding more than one percent of the total capital | Baselius College
Kottayam
Kerala, India |

I Dr. Biju Thomas, hereby declare the particulars given above are true.

(Sd)
Dr. Biju Thomas

Declaration No. M2-56380/2003 Kottayam dated 31-12-2003.

Kottayam
05-08-2020

Phytochemical Investigation on the Bark of *Butea monosperma* Plant and its Antimicrobial activity

MityThambi^{1*}, Tom Cherian²

ABSTRACT

Butea monosperma is a medium sized deciduous tree. In Sanskrit it is known as Chamata widely used for their fire ritual. It has many biological properties from the earlier reports. The bark of *Butea monosperma* plant collected from Thrissur district were dried, powdered and extracted using ethylacetate. The ethylacetate extract were analyzed using FT-IR and GC-MS. The antimicrobial activity was studied using disc diffusion method.

Key Words: *Butea monosperma*, FT-IR, GC-MS analysis, Antimicrobial activity, Disc diffusion method.

INTRODUCTION

Throughout the ages, Nature has provided humans with the means to cater for their basic needs. Plants are perhaps one of the interesting and mysterious things of the universe. Plants, since time immemorial, have continued to play an essential role in health care of many cultures throughout the known civilization as a valuable, safe and natural source of medicines and therapeutic, environmental and industrial applicability. *Butea monosperma* (*Fabaceae*), commonly known as 'Flame of forest' is a medium sized dry season- deciduous tree, growing to 15 m tall. It is a slow growing tree, young trees have a growth rate of a few feet per year. In West Bengal, it is associated with spring, especially through the poems and songs of Nobel Laureate Rabindranath Tagore, who likened its bright orange flame-like flower to fire. The plant has lent its name to the town of Palashi, famous for the historic Battle of Plassey fought there. It is said that the tree is a form of Agnidev, God of Fire. In Hindi this tree is known by the name palas. In Kerala, this is called 'plasu' and 'chamata'.

The decoction of the *Butea monosperma* stem bark is traditionally used in cold, cough, fever, various forms of hemorrhages, in menstrual disorders and in the preparation of tonics and elixirs. The stem bark is reported to possess antitumor, antiulcer, antifungal and anti diarrhoeal activities¹⁻³. It is also reported that the powder of the stem bark is used to apply on injury caused due to an axe, the juice of the stem is applied on goiter of human beings and the paste of the stem bark is applied in case of body swellings⁴. The roots are reported in the treatment of filariasis, night blindness, helmenthiasis, piles, ulcers, and tumors⁵. It is reported that the ethanolic extract of seeds of *Butea monosperma*, on oral administration showed antifertility activity in mice and in rats⁶. Palsonin an active principle isolated from *Butea monosperma* seeds and its piperzaine salt exhibited good anthelmintic activity *in vitro* on *Ascarislumbricoides* and *in vivo* on *Taxicaracanis*⁵. The petroleum ether extract and triterpene isolated from flowers of *Butea monosperma* exhibited anti convulsant activity^{7,8}. It has been reported that the methanolic extract of stem bark of *Butea monosperma* showed anti-inflammatory and analgesic activity⁹. The *invitro* and *invivo* anti-inflammatory activity of *Butea monosperma* stem bark extract were reported¹⁰. From the literatures it is very much evident that this plant has rich sources of a variety of chemical compounds with exceptional attributes. Not many are thoroughly studied and there is much more to be explored for their chemistry and biological activity. This makes the study of this plant interesting and reasonable.

EXPERIMENTAL

Plant Material: The stem bark of *Butea monosperma* were collected from Nattika, Thrissur district, Kerala. It was identified by Dr. A.K Pradeep, Department of Botany, University of Calicut. A voucher specimen was deposited in the Herbarium, Department of Botany, University of Calicut.

Extraction: The stem bark collected were shade dried. Coarsely powdered 500g of the plant material was extracted with 3X2L of ethyl acetate. The extraction was carried out in a round bottom flask by boiling the material in the solvent with a water condenser, over a water bath. Refluxed the material until the solvent started to boil and the hot content was left standing overnight. Then filtered and collected the extract and added fresh solvent to residue. The process is repeated three times to complete the extraction. The combined extract collected was reduced to 20 ml.

Identification: Thin-layer chromatography is conducted for the ethyl acetate fraction. IR spectra (KBr) were taken on a JASCO FT-IR spectrometer. GC-MS analysis of this extract was conducted to identify the components present in it. GC/MS analyses were carried out using a Perkin Elmer Clarus 500 GC equipped with a Clarus 500 mass spectrometer, capillary column (0.32mm film thickness). 1µL of each sample was diluted with 300µL of Et₂O and injected (0.5µL) in the “split” mode (1:30) with a column temperature program of 40°C for 5 min, then increased to 250°C at 4°C/min and finally held at this temperature for 10min. Injector and detector were set at 150 and 270°C, respectively, and the carrier gas was He with a head pressure of 12.0psi. Mass spectra were acquired over 40-500amu range at 1scan/sec with ionizing electron energy 70eV, ion source 230°C. The transfer line was set at 250°C, while the carrier gas was He at 1.0mL/min.

Biological study: The antibacterial screening of the extract was carried out by determining the zone of inhibition using standard method. The extract was tested against bacterial stains of organism by disc diffusion method¹¹. Previously prepared paper discs were dispensed onto the surface of the inoculated agar plate. Each disc was pressed down firmly to ensure complete contact with the agar surface. The discs were placed on the medium

suitably apart and the plates were incubated at 5°C for 1h to permit good diffusion and then transferred to incubator at 37°C for 24h. After completion of 24h, the plates were inverted and placed in an incubator set to 37°C for 24h.

RESULTS AND DISCUSSION

The ethyl acetate extract of *Butea monosperma* shows characteristic IR peaks at 3490.53 cm^{-1} (alcohol - OH group), 2924.52 cm^{-1} (alkyl -CH group), 1803.12 cm^{-1} , 1779.97 cm^{-1} , 1710.55 cm^{-1} (>C=O group), 1675.84 cm^{-1} , 1563.02 cm^{-1} , 1464 cm^{-1} , 1377.89 cm^{-1} , 1260.25 cm^{-1} (C-O group). Large numbers of spots were observed on TLC examination of this extract hence it was subjected to GC-MS analysis.

GC-MS analysis of extract in **Table 1** shows aldehydes with 9,10,12 carbon atoms, Pelaric acid 0.86%, Methyl nonyl ketone 0.91%, Capric acid 5.31%, Methyldecylketone 0.56%, Undecanoic acid 5%, Lauric acid 2.71%, Myristinaldehyde 0.41%, α -Acroneol 1.7%, Kino tannic acid 2%, Gallic acid 1.3%, Pyrocatechin 0.4%, Butrin 1.2%, Cyanidin 0.1%, Lupenone 2%, Lupeol 1.6%, Miroestrol 1.7% and Allophanic acid 0.8%.

Table 1: GC-MS analysis of Ethyl acetate extract

Sl.No	Compound	%
1	Aldehyde C 9	0.3
2	Aldehyde C 10	1.2
3	Pelargonic acid	0.86
4	Methyl nonyl ketone	0.91
5	Capric acid	5.31
6	Methyl decyl ketone	0.56
7	Aldehyde C 12	0.4
8	Undecanoic acid	5
9	Lauric acid	2.71
10	Myristinaldehyde	0.41
11	α -Acroneol	1.7
12	Kino-tannic acid	2.0
13	Gallic acid	1.3
14	Pyrocatechin	0.4
15	Butrin	1.2
16	Cyanidin	0.1
17	Lupenone	2.0
18	Lupeol	1.6
19	Miroestrol	1.7
20	Allophanic acid	0.8

The *Butea monosperma* ethyl acetate extract contains long chain aldehydes (Myristin aldehyde, aldehydes with carbon atoms C-9,10,12) ketones (Methyl nonyl ketone, Methyl decyl ketone), different long chain acids (Pelargonic acid, Capric acid, Lauric acid), phenolic acid like Gallic acid, alcohol (a-Acroneol) and triterpenoids such as Lupenone and Lupeol. Miroestrol is a type of phytoestrogen, Allophanic acid is a carbamic acid and Kinotannic acid is gum present in some plants.

Antimicrobial activity: The extract whose chemical composition is known from GC-MS analysis was analyzed for antimicrobial activity. The antimicrobial activity of the extract was carried out by disc diffusion technique. The test microorganisms are total coliform and *E.coli*.

The activity of each compound against the microorganism under study can be concluded from their respective zone of inhibition diameter which is given in **Table 2**. It was observed that the extract exhibit antimicrobial activity. This may be due to the presence of individual components. Usually the major components are responsible for the antimicrobial activity of the extract but the minor components also play major role making the whole oil more active. From the literature it is evident that Capric acid shows biological activity¹².

Table 2: Antimicrobial screening of extract

Sl No.	Tested micro organisms	24 hours zone of inhibition at different concentrations (Diameter in mm)			48 hours zone of inhibition at different concentrations (Diameter in mm)			Standard
		1.0 mg/ml	2.5 mg/ml	5.0 mg/ml	1.0 mg/ml	2.5 mg/ml	5.0 mg/ml	
1	Total coliform	2	4	6	4	8	11	20
2	<i>E.coli</i>	3	5	7	6	9	12	20

Solvent: DMSO (Showedno effect against the microorganism) under test).

NI: No inhibition, Standard: Ciprofloxacin 2µg/disc

CONCLUSION

From the literatures on *Butea monosperma* it is very much evident that they are rich sources of a variety of chemical compounds with exceptional attributes. Not many are thoroughly studied and there is much more to be explored for their chemistry and biological activity. This makes the study of this plant interesting and reasonable. From the above results it may be concluded that the plant *Butea monosperma* which is growing in plenty in our country. GC-MS analysis of ethyl acetate extract shows different aldehydes, ketones, acids, triterpeneoids, phenolic acids. This extract shows antimicrobial activity. This activity is due to the compounds presentit.

REFERENCES

1. B.M.R.Bandara, N.S.Kumar, K.M.S.Wimalasiri; J.Ethanopharmacol; 1989, 25(1),73-75.
2. B.M.R.Bandara, N.S.Kumar, K.M.S.Wimalasiri; J. Natn. Sci.Coun.Srilanka; 1990, 18(2),97-103.

3. A.Gunankkunru, K.Padmanaban, P.Thirumal, J.Pritila, G.Parimala, N.V.Engtesan, N.Gunasekhar, J.B.Perianayagam, S.K.Sharma, K.K.Pillai; *J. Ethanopharmacol*, 2005, 98(3), 241-244.
4. D.A.Patil, P.Shubhangi, M.V.Patil; *Natural Product Radiance*; 2006, 5(4), 323-325. 5. R.K.Raj, P.A.Kurup; *Indian J. Med. Res.*; 1968, 56(12),1818-1825.
6. M.K.Razdan, K.Kapila, N.K.Bhide; *Indian J.PhysiolPharmacol*; 1969, 13(4),239-49.
7. V.S.Kasture, C.T.Chopde, V.K.Deshmukh; *J. Ethnopharmacol*; 2000, 71(1-2),65-75.
8. V.S.Kasture, V.K.Deshmukh, C.T.Chopde; *Phytother Res.*; 2002, 16(5),455-60.
9. M.W.Carey, M.G.Krishna; *Pharmacologyonline*; 2007, 2,88-94.
10. A.Muralidhar, B.KSudhakar, S.TRavi, P.Reddanna, G.V.Reddy, J.Latha; *Int. J. Pharmacy & Therapeutics*; 2010, 1(2),44-51.
11. A.W.Bayer, M.D.K.Kirby, J.C.Sheris, M.Trick; *Am. J. Clinical Pathol.*;1986,45(4), 493-496.
12. P.Karlson, M.Luscher,H.Hummel; *J. Insect Physiology*; 1968,14(12),1763-.1767.

About the Author

Dr. MityThambi¹

Department of Chemistry and Centre for Research,
Baselius College, Kottayam
Kerala-686001(India).

Dr. Tom Cherian²

P.G. and Research Department of Chemistry
Christ College, Irinjalakuda
Kerala- 680125 (India).

Theoretical and Experimental Study on Third Order Nonlinear Optical Properties of N-(2, 4-dinitrophenyl)naphthalen-1-amine

Anju Linda Varghese^{1*}, P.L. Maria Linsha², Ignatious Abraham and M. George

ABSTRACT

Third-order nonlinear optical parameters of N-(2, 4-dinitrophenyl) naphthalen-1-amine were measured using closed and open aperture Z-scan technique. The Z-scan result confirms, the compound exhibits self-defocusing effect and the sign of the refractive nonlinearity is negative. The third-order nonlinear refractive index n_2 , nonlinear absorption coefficient $\hat{\alpha}$, third order NLO susceptibility $\chi^{(3)}$ and second hyperpolarizability g are calculated. Quantum chemical studies like optimization, natural bond orbital analysis (NBO), molecular electrostatic potential (MEP), natural and Mulliken charge analysis were done using DFT (B3LYP) method using 6-31++G(d,p) basis set. NLO properties were evaluated at CAMB3LYP/6-31 G++(d,p) level. The results indicated that N-(2,4-dinitrophenyl)- naphthalen-1-amine have potential applications in optoelectronics and photonics.

Keywords: NLO, NBO, Z-scan, CAMB3LYP, Second Hyperpolarizability

INTRODUCTION

Nonlinear optical (NLO) materials play a vital role in nonlinear optics and have a great impact on information technology and industrial applications. Organic nonlinear optical materials have potentially high nonlinearities and rapid response to light¹⁻⁴. They offer high degree of synthetic flexibility to tune their optical properties through structural modification⁵. Organic frameworks with large delocalized π -systems have proven to be useful. This is attributed to the fact that π -electrons are more easily affected by an external optical

field as they are relatively loosely bound to the nucleus, and that the delocalized orbitals may be extended over the entire molecule giving large and fast polarization⁶⁻⁹. The large value of the second hyperpolarizability, γ , which is a measure of the NLO activity, is attributed to intramolecular charge transfer which occurs due to the movement of electron cloud from electron donor to acceptor groups through a p-conjugated framework¹⁰⁻¹³.

2,4-Dinitroaniline is one of the simplest molecules having electron donor and acceptor system connected by an aromatic ring and shows excellent NLO properties¹⁴⁻¹⁵. NLO studies on N-substituted 2,4-dinitroaniline are being done to improve its nonlinear response¹⁶⁻¹⁹. The polarizability of organic frameworks containing naphthalene has been extensively studied with different theoretical methods and is found to have good nonlinear response²⁰⁻²². An efficient method to modulate electron density distribution in 2,4-dinitroaniline is the substitution of naphthalene on its amino terminal. To the best of our knowledge, the present study is the first ever DFT calculation of NLO properties of N-(2, 4-dinitrophenyl) naphthalen-1-amine in which naphthalene as the substituent on the amino group of 2,4-dinitroaniline.

In this work, we propose to perform Z-scan studies to measure the third order NLO properties of N-(2, 4-dinitrophenyl) naphthalen-1-amine. To establish the structural relationship of the molecule with NLO properties, an exhaustive theoretical investigation will be done at B3LYP/6-31 G ++ (d,p) and CAMB3LYP/6-31 G ++ (d,p) level. The structure of N-(2, 4-dinitrophenyl) naphthalen-1-amine is shown in **Fig. 1**.

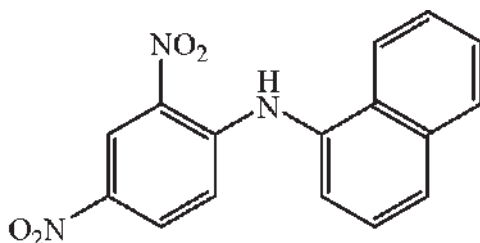


Fig 1. N-(2, 4-dinitrophenyl) naphthalen-1-amine

2. EXPERIMENTAL PROCEDURE

The experimental methods involve the synthesis, Z-scan studies and DFT investigations on structural, electronic and third-order NLO properties of the compound.

2.1. Materials and Methods

The solvents and chemicals used were of AR grade purchased from Merck India Ltd. Solvents were purified and dried according to standard procedures. 1-fluoro-2,4-dinitrobenzene and naphthylamine were used without further purification.

2.2. Z-scan Studies

Z-scan measurement was carried out using Q-switched Nd-YAG laser having 5 ns pulses at a repetition rate of 10 Hz giving second harmonic at 532 nm. The laser beam was focused by a lens of 10 cm focal length. In this technique sample is mounted on the translation stage and translating the sample between +Z and -Z position along Z-direction. The radius of the beam waist w_0 was calculated to be 35 μm . The Rayleigh length, $z_0 = \frac{\pi w_0^2}{\lambda}$ was calculated as 7.42 mm, is greater than the thickness of the sample cuvette (1mm), an essential requirement for Z-scan experiments.

The third-order nonlinear refractive index n_2 and nonlinear absorption coefficient $\hat{\alpha}$, third order NLO susceptibility $\chi^{(3)}$, second hyperpolarizability of N-(2, 4-dinitrophenyl) naphthalen-1-amine in acetone having 0.5 mM concentration and intensity at 1.08 GW/cm² were evaluated by the measurements of closed and open aperture Z-scan techniques.

2.3. Computational Details

Gaussian 09 for windows software package was used for DFT calculation. B3LYP hybrid functional has proven to be reliable for calculating geometrical parameters, electronic and vibrational wavenumbers^{23,24}. The ground state structure was optimized and frequency calculations were performed to ensure that the optimized structure is minimum in the potential energy surface using B3LYP/6-31++G (d,p) level. Second hyperpolarizability, γ , for the studied compound was calculated by DFT approach using CAM-B3LYP/6-31++G(d,p) which is currently one of the ultimate procedures for obtaining numerically accurate NLO responses^{25,26}. Gauss View 5 for windows software was used for generating the input files and visualization of the results. The Natural Bond Orbitals calculations (NBO) were performed at the B3LYP level in order to investigate the electronic structures of the optimized geometry corresponding to the formation of N-H—O hydrogen bonds and intramolecular charge transfer interaction. The NBO analysis is already proved to be an effective tool for chemical interpretation of hyperconjugative interaction and electron density transfer from the filled lone pair electron^{27,28}. The hyperconjugative interaction energy $E(2)$, deduced from the second-order perturbation approach.

$$E(2) = \Delta E_{ij} = q_i \frac{F(i, j)^2}{\epsilon_j - \epsilon_i}$$

where q_i is the donor orbital occupancy, e_i, e_j are diagonal elements (orbital energies) and $F(i, j)$ is the off-diagonal NBO Fock matrix element.

2.4. Synthesis of N-(2, 4-dinitrophenyl) naphthalen-1-amine

N-(2,4-dinitrophenyl) naphthalen-1-amine was prepared by refluxing one mole of 1-fluoro-2,4-dinitrobenzene (2.04g), one mole of naphthylamine (1.45g) and a pinch of sodium bicarbonate in acetonitrile for six hours²⁹. The reaction mixture was poured into ice bath and the precipitated orange colored solid was collected by filtration. The product was purified by column chromatography. For this, the title compound is dissolved in dichloromethane and completely transferred to silica gel column. It is eluted one time with pure hexane. Further elution is done with a mixture of hexane and dichloromethane (9:1) till the entire compound is collected. Purity was checked by TLC and melting point determination. Melting point is 170°C (DCM).

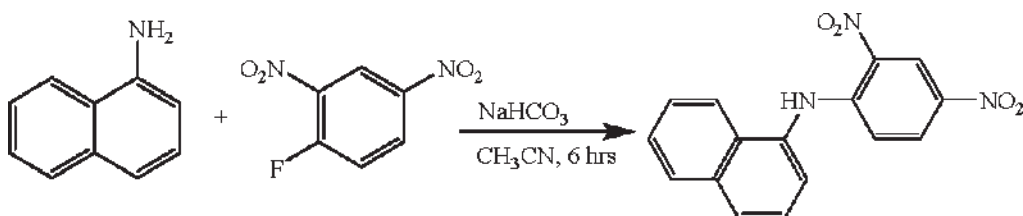


Fig 2. Synthesis of N-(2, 4-dinitrophenyl) naphthalen-1-amine

3. RESULTS AND DISCUSSION

Third Order Nonlinear Optical Studies

Nonlinear absorption characteristics of N-(2, 4-dinitrophenyl) naphthalen-1-amine have been obtained from open aperture Z-scan plot. **Fig. 3** shows the open aperture (OA) Z-scan curve of the compound at 0.5mM concentration in acetone and 1.08 GW/cm² intensity. The curve shows excellent agreement with theoretical fit. The OA curve shows the reverse saturation behavior, hence the absorption coefficient $\hat{\alpha}$ is positive^{30,31}. A material with reverse saturable absorption property shows enhanced absorption with increase in laser intensity

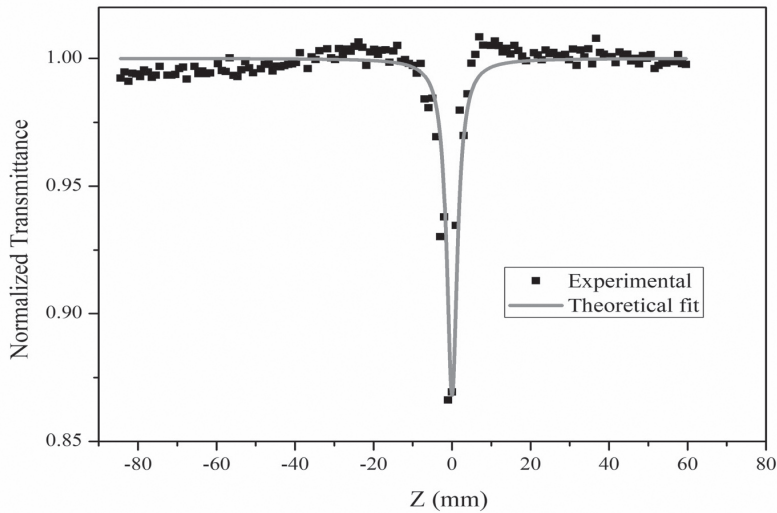


Fig.3. Open Aperture (OA) Z-Scan Plot of N-(2, 4-dinitrophenyl) naphthalen-1-amine

The nonlinear refractive index of N-(2, 4-dinitrophenyl) naphthalen-1-amine has been investigated by recording the closed aperture (CA) Z-scan plot at 0.5 mM concentration and 1.08 GW/cm² intensity and is shown in **Fig.4**.

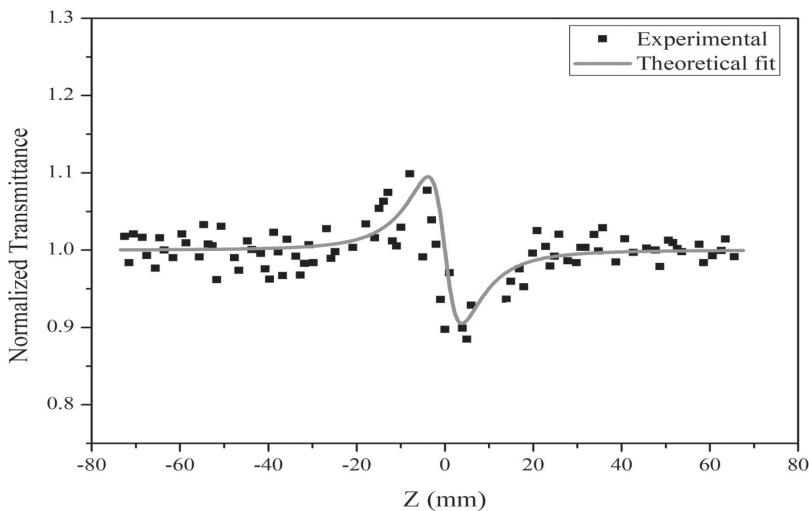


Fig.4. Closed Aperture Z-Scan Plot of N-(2, 4-dinitrophenyl) naphthalen-1-amine

The peak followed by a valley in the normalized transmittance obtained from the CA curve indicate that the sign of the refractive nonlinearity is negative due to self-defocusing^{32,33}. Pure nonlinear refraction curves have been obtained by division of CA data by OA data. The normalized transmittance $T(z)$ is given by

$$T(z, \Delta\phi_0) = 1 - \frac{4\Delta\phi_0 x}{(x^2 + 9)(x^2 + 1)}$$

Where, $\Delta\phi_0$ is the on axis nonlinear phase shift and x is z/z_0 . The nonlinear refractive index n_2 and real part of third-order nonlinear susceptibility, $\text{Re} \chi^{(3)}$ were calculated by the relations

$$n_2 = \frac{\Delta\phi_0 \lambda}{2\pi I_0 L_{\text{eff}}}$$

$$\text{Re} \chi^{(3)} = 10^{-4} \frac{\epsilon_0 n_0^2 c^2}{\pi} n_2$$

The imaginary part of the third order susceptibility ($\text{Im} \chi^{(3)}$) was calculated from $\hat{\alpha}$ through the relation

$$\text{Im} \chi^{(3)} = 10^{-2} \frac{\epsilon_0 n_0^2 c^2 \lambda}{4\pi^2} \beta$$

Where, ϵ_0 is the permittivity of free space, c is the velocity of light in vacuum and n_0 is the linear refractive index.

The third-order nonlinear susceptibility, $\chi^{(3)}$ was calculated from the relation

$$\chi^{(3)} = \left[(\text{Re} \chi^{(3)})^2 + (\text{Im} \chi^{(3)})^2 \right]^{1/2}$$

The second order hyperpolarizability, γ of the sample is related to the third-order susceptibility through the equation

$$\gamma = \frac{\chi^{(3)}}{\left[\frac{1}{3}(n_0^2 + 2) \right]^4 N}$$

Where, N is the molecular number density in cm^{-3} .

Nonlinear absorption coefficient $\hat{\alpha}$, third order nonlinear refractive index n_2 , third order NLO susceptibility $\chi^{(3)}$ and second hyperpolarizability of N-(2, 4-dinitrophenyl) naphthalen-1-amine in acetone evaluated by using closed and open aperture Z-scan techniques are given in **Table 1**.

Table 1. Third Order NLO Parameters of N-(2, 4-dinitrophenyl) naphthalen-1-amine

β ($\times 10^{-11} \text{m/W}$)	n_2 ($\times 10^{-18} \text{m}^2/\text{W}$)	$\text{Re } \chi^{(3)}$ ($\times 10^{-12} \text{esu}$)	$\text{Im } \chi^{(3)}$ ($\times 10^{-12} \text{esu}$)	$\chi^{(3)}$ ($\times 10^{-12} \text{esu}$)	γ ($\times 10^{-32} \text{esu}$)
4.5906	-5.6983	-4.3406	1.4542	11.8254	15.8894

The nonlinear absorption coefficient $\hat{\alpha}$ (m/w) is of the order of 10^{-11} . The nonlinear refractive index n_2 is of the order $10^{-18} \text{m}^2/\text{W}$. $\chi^{(3)}$ and γ are in the order of 10^{-12}esu and 10^{-32}esu , respectively. The third order NLO parameters for N-(2, 4-dinitrophenyl) naphthalen-1-amine is much higher than those of 2,4-dinitroaniline for which third order NLO susceptibility $\chi^{(3)}$ and second hyperpolarizability γ is of the order 10^{-19}esu and 10^{-34}esu respectively³⁴. Electron delocalization and charge transfer from electron rich to electron deficient moiety will lead to stronger excited state absorption, which will enhance the nonlinear optical absorption resulting in enhanced third order NLO responses.

DFT Studies

Influence of molecular structure on third-order NLO responses has been subjected to DFT analysis. Two ground state conformations of N-(2,4-dinitrophenyl)naphthalen-1-amine were optimized at B3LYP/6-31G++(d,p) level. In the lower energy *cisoid* conformation the NH hydrogen forms a H-bond with the O-atom of the NO_2 group as shown in **Fig. 5**.

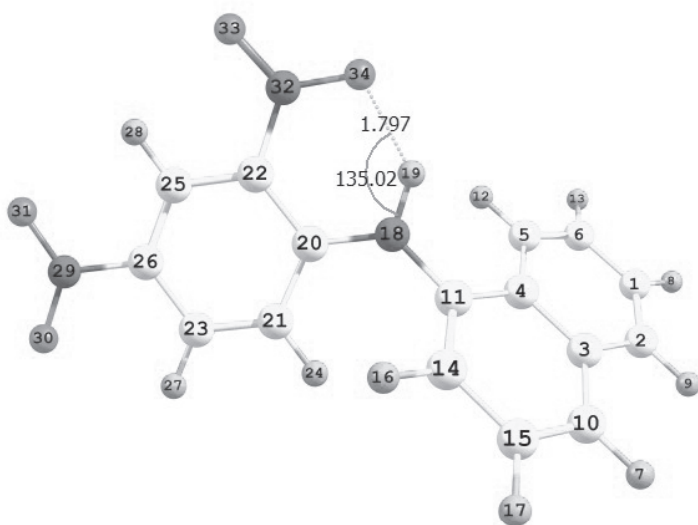


Fig. 5. The *cisoid* conformations of N-(2, 4-dinitrophenyl) naphthalen-1-amine.

Energy = -1081.32179180 a.u.

The dihedral angles $C_{20}-C_{22}-N_{32}-O_{34}$ (6.38°) and $C_{20}-C_{22}-N_{32}-O_{33}$ (-174.11°) show that the nitro group (N_{32}) is coplanar with ring. The hydrogen bond distance is $N_{18}-H_{19}-O_{34}$ (1.796 \AA) and NHO angle is (135.02404°). The selected dihedral angles $H_{19}-N_{18}-C_{11}-C_{14}$ is 128.54288° show that the molecule exists as a non-planar molecule having no center of symmetry, the requirements for a molecule to be NLO active. The energies of Frontier Molecular orbitals *viz.* HOMO and LUMO, are helpful in investigating the electrical and chemical properties of substrates³⁴. **Fig.7** shows the HOMO and LUMO orbitals of N-(2, 4-dinitrophenyl) naphthalen-1-amine.

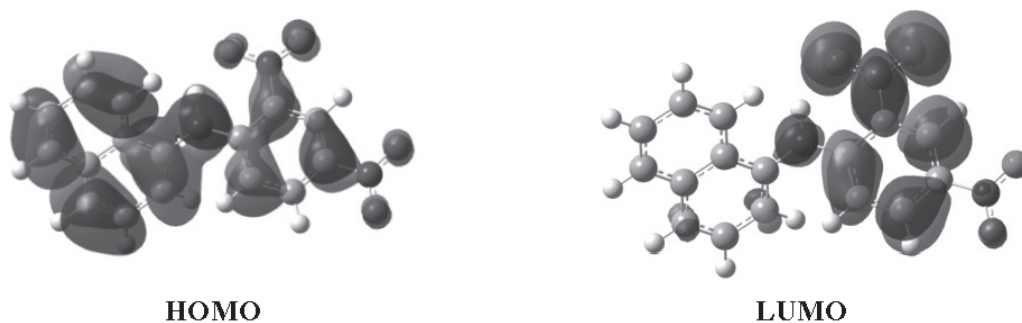


Fig.7. Frontier Molecular Orbitals of N-(2, 4-dinitrophenyl) naphthalen-1-amine

Electron population analysis reveals that HOMO extends over naphthalene donor moiety, whereas LUMO resides over dinitrophenyl part. Hence probable electron flow should be from naphthyl donor to dinitrophenyl acceptor which are separated by p-orbitals of nitrogen atom. Energies of HOMO and LUMO orbitals are -0.2139 and -0.0960 Hartrees and hence the energy gap is 3.21 eV .

Natural and Mulliken charge analysis

The total atomic charge values are obtained by Mulliken population analysis and natural charges are obtained by natural bond orbital analysis (NBO) and the charge plot is shown in **Fig. 8**. The two methods predict the same tendencies. The results show that all the hydrogen atoms have a net positive charge and all oxygen atoms exhibit negative charges. Further the analysis show that $C_1, C_2, C_5, C_6, C_{10}, C_{14}, C_{15}, N_{18}, C_{21}, C_{23}, C_{25}$ show negative charges, while $C_3, C_4, C_{11}, C_{20}, C_{22}, C_{26}, N_{29}$ and N_{32} exhibit positive charges. C_1 atom has maximum negative charge values of about -0.1211 e (Mulliken) and -0.1727 e (Natural). The maximum positive atomic charge obtained for C_{26} is 0.2451 e (Mulliken) and 0.2249 e (Natural). The charge on H_{19} atom has the maximum magnitude of 0.287 e (Mulliken) and 0.4634 e (Natural) among the hydrogen atoms present in the molecule. The presence of large negative charge on N_{18} [-0.6893 e (Mulliken), -0.6864 e (Natural)] and net positive charge on H_{19} atom may suggest the formation of intramolecular interactions which results in NLO activity.

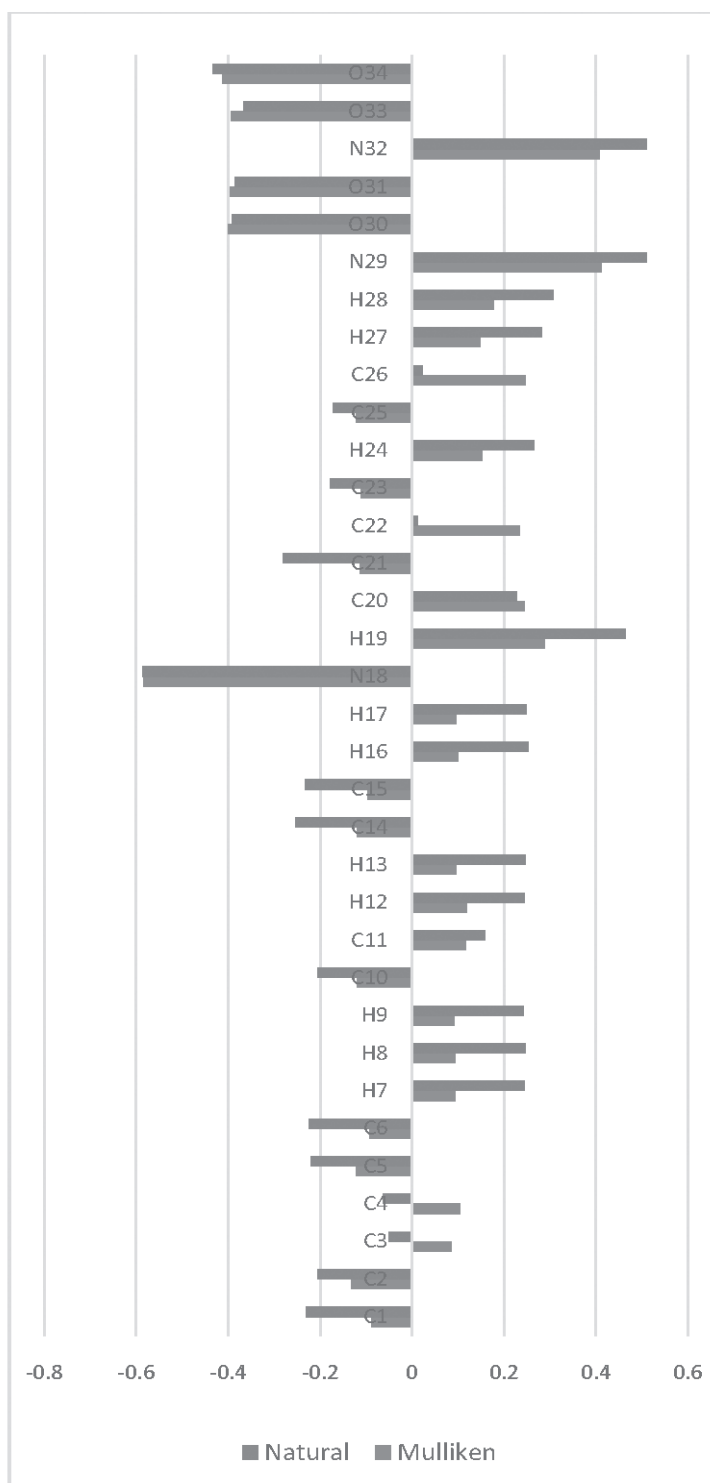


Fig.8.Mulliken& Natural Charge Plot of N-(2,4-dinitrophenyl) naphthalen-1-amine

Molecular Electrostatic Potential (MEP) analysis

The MEP is a plot of electrostatic potential mapped onto the constant electron density surface provides a method to study reactivity³⁵. In MEP plot, the maximum negative region with preferred site for electrophilic attack indicates as red color, and the maximum positive region with preferred site for nucleophilic attack indicates as blue color, **Fig.9**. The plot shows negative potential sites around the electron deficient nitrophenyl part because of the presence of electronegative oxygen atoms. The positive region is around the hydrogen atoms of naphthyl part. This leads the charge transfer interaction and increasing of the NLO activity of the molecule.

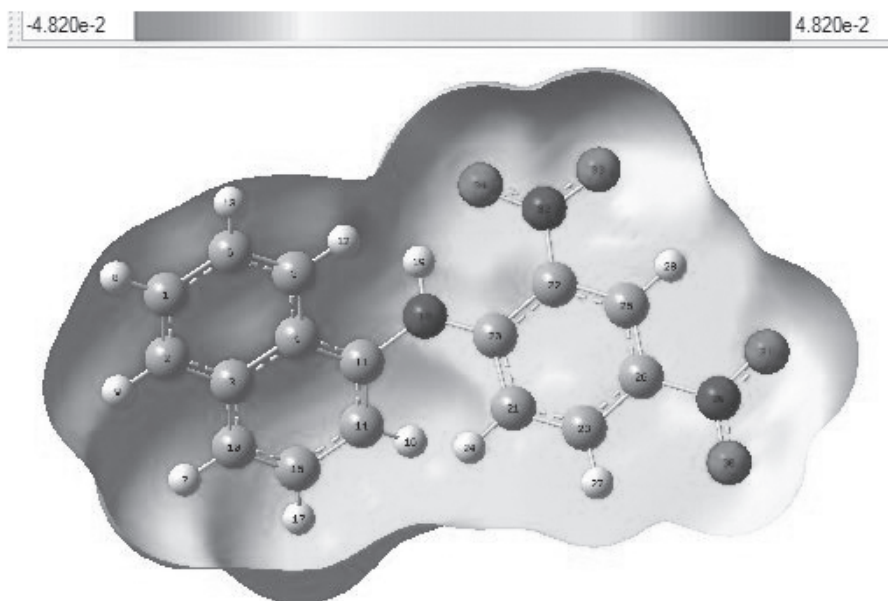


Fig. 9. MEP plot of N-(2,4-dinitrophenyl) naphthalen-1-amine

Natural Bond Orbital analysis

Natural Bond Orbital(NBO) analysis has been performed on N-(2,4-dinitrophenyl) naphthalen-1-amine to identify intramolecular hydrogen bonding between N-H spacer group and nitro group and to elucidate the intramolecular charge transfer interaction. The calculated values for some prominent interactions have been given in **Table 2**.

Table 2. NBO Analysis of N-(2, 4-dinitrophenyl) naphthalen-1-amine

Donor (i)	ED (e)	Acceptor (j)	ED (e)	E(2) ^a (kJmol ⁻¹)	E(i)-E(j) ^b (kJmol ⁻¹)	F(i,j) ^c (kJmol ⁻¹)
Within naphthalene unit						
$\pi(C_1-C_2)$	1.73297	$\pi^*(C_5-C_6)$	0.25204	74.3	761.3	170.6
$\pi(C_3-C_4)$	1.53383	$\pi^*(C_5-C_6)$	0.25204	80.8	393.8	262.5
$\pi(C_3-C_4)$	1.53383	$\pi^*(C_{11}-C_{14})$	0.31126	81.2	341.3	262.5
$\pi(C_5-C_6)$	1.73403	$\pi^*(C_1-C_2)$	0.24643	71.7	761.3	168
$\pi(C_{10}-C_{15})$	1.73464	$\pi^*(C_{11}-C_{14})$	0.31126	76.4	735	170.6
$\pi(C_{11}-C_{14})$	1.73877	$\pi^*(C_{10}-C_{15})$	0.25487	70.2	813.8	168
Spacer interactions						
$\sigma(C_{14}-C_{15})$	1.97667	$\sigma^*(C_{11}-N_{18})$	0.02966	19.7	2887.5	168
$\sigma(N_{18}-H_{19})$	1.97463	$\sigma^*(C_{20}-C_{21})$	0.02206	21.9	3045	183.8
$\sigma(C_{20}-C_{21})$	1.97213	$\sigma^*(N_{18}-H_{19})$	0.05333	9.4	3045	120.8
LP (1) O ₃₄	1.97242	$\sigma^*(N_{18}-H_{19})$	0.05333	21.1	3202.5	186.4
LP (2) O ₃₄	1.50853	$\sigma^*(N_{18}-H_{19})$	0.63353	694.3	2073.8	254.6
LP (1) N ₁₈	1.63860	$\pi^*(C_{11}-C_{14})$	0.31126	60.9	761.3	149.6
Within dinitrophenylunit						
$\pi(C_{22}-C_{25})$	1.66363	$\pi^*(N_{32}-O_{33})$	0.63353	129.2	393.8	173.3
LP (2) O ₃₀	1.41623	$\pi^*(N_{29}-O_{31})$	0.64060	1630.2	52.5	233.6
LP (2) O ₃₀	1.45446	$\pi^*(N_{29}-O_{31})$	0.64060	671	367.5	362.3
LP (2) O ₃₃	1.88791	$\sigma^*(N_{32}-O_{34})$	0.06379	84	1758.8	275.6
LP (2) O ₃₄	1.50853	$\pi^*(N_{32}-O_{33})$	0.53353	554.3	393.8	346.5

^aE (2) means energy of hyperconjugative interactions

^b Energy difference between donor and acceptor i and j NBO orbitals.

^c F(i,j) is the Fock matrix element between i and j NBO orbitals.

The highest stabilization energy E(2) associated with hyperconjugative interaction of LP (2) O₃₀ and p*(N₂₉-O₃₁) is 1630.2 kJ/mol. NBO second-order perturbation estimates the interaction energies between donor and acceptor NBOs and the result reveals that there is considerable resonance effect in the molecule operating between its nitro group and phenyl ring. The nitro group being coplanar with the phenyl ring increases conjugation between them which supports electron delocalization from phenyl ring to the nitro group which is revealed by the high value of the interaction energy (129.2kJ/mol) between p(C₂₂-C₂₅) and p*(N₃₂-O₃₃).

Strong intramolecular hyperconjugative interaction is observed in the title molecule. Stabilization energy E(2) associated with hyperconjugative interaction of LP (2) O₃₄ and δ*(N₁₈-H₁₉) is obtained as 694.3 kJ/mol. Hydrogen bonding interaction leads to an increase in electron density (ED) of N-H antibonding orbital. Electron density on δ*(N₁₂-H₁₃) is 0.6335 e. This increase of population in NH antibonding orbital weakens the N-H bond which is an indicative of intramolecular hydrogen bonding.

The intramolecular hyperconjugative interactions are formed by the orbital overlap between p(C-C) and p*(C-C) bond orbitals which results intramolecular charge transfer causing stabilization of the system. These interactions are observed as an increase in electron density in p*(C-C) orbital that weakens the respective bonds. The electron density at the conjugated p bonds (1.52–1.72 e) and p* bonds (~0.25–0.31 e) of the naphthalene ring clearly demonstrates charge delocalization of electron leading to stabilization of (~70–81 kJ/mol) energy. These intramolecular charge transfers can also cause large nonlinearity to the molecule.

DFT Studies on the Second order hyperpolarizabilities

The second-order hyperpolarizabilities were calculated at CAM-B3LYP at 6-31++G (d,p) level using the equation 7. For the calculations in solution phase, CPCM model³⁶ was employed which is part of Gaussian 09.

$$\langle \gamma \rangle = \frac{1}{5} \left[\gamma_{xxxx} + \gamma_{yyyy} + \gamma_{zzzz} + 2(\gamma_{xxyy} + \gamma_{xxzz} + \gamma_{yyzz}) \right]$$

Second order hyperpolarizability components and resultant values of N-(2, 4-dinitrophenyl) naphthalen-1-amine in acetone are listed in **Table 3**.

Table 3. Second order hyperpolarizability components and resultant values of N-(2, 4-dinitrophenyl) naphthalen-1-amine

γ_{xxxx} $\times 10^{-32}$ esu	γ_{yyyy} $\times 10^{-32}$ esu	γ_{zzzz} $\times 10^{-32}$ esu	γ_{xxyy} $\times 10^{-32}$ esu	γ_{xxzz} $\times 10^{-32}$ esu	γ_{yyzz} $\times 10^{-32}$ esu	$\langle \gamma \rangle$ $\times 10^{-32}$ esu
18.57586	23.47726	17.0986	14.30523	-2.92739	8.133955	15.84581

From **Table 3**, calculated g value is 15.8894×10^{-32} esu. Theoretically predicted g value of N-(2, 4-dinitrophenyl) naphthalen-1-amine is 15.84581×10^{-32} esu using CAM-B3LYP method. The theoretically predicted second order hyperpolarizability value is in good agreement with the corresponding experimentally determined value.

CONCLUSION

N-(2,4-dinitrophenyl) naphthalen-1-amine and N-substituted derivative of 2,4-dinitroaniline, was synthesized and its NLO properties were investigated by closed and open aperture Z-scan technique. DFT calculations were performed to establish the relationship between the measured NLO parameters of the compound with its structural features. The compound exhibit reverse saturation absorption. The peak followed by a valley in the normalized transmittance obtained from the closed aperture indicates that the sign of the refractive nonlinearity is negative due to self-defocusing. The nonlinear optical properties of N-(2,4-dinitrophenyl) naphthalen-1-amine are found to be much greater than 2,4-dinitroaniline. These can be attributed to low HOMO-LUMO energy gaps, planarity, intermolecular hydrogen bonding, intramolecular charge transfer interaction and polarization within the molecules. Hence N-(2,4-dinitrophenyl) naphthalen-1-amine is having potential applications in photovoltaic device fabrication and optic limiting field.

REFERENCES

1. Ambujam K, Rajarajan K, Selvakumar S, Madhavan J, Mohamed G and Sagayaraj P 2007 Growth and characterization of gel grown single crystals of bis-glycine hydrogen chloride (BGHC) *Opt. Mater.* **29** 657
2. Meera K, Muralidharan R, Dhanasekaran R, Manyum P and Ramasamy P 2004 Growth of nonlinear optical material: L-arginine hydrochloride and its characterisation. *J. Cryst. Growth.* **263** 510.
3. Medishetty R, Zarêba J K, Mayer D, Samoæ M and Fischer R A 2017 Nonlinear optical properties, upconversion and lasing in metal–organic frameworks *Chem. Soc. Rev* **46** 4976
4. Dalton L R, Harper A W, Ghosn R, Steier W H, Ziari M, Fetterman H, Shi Y, Mustacich R V, Jen A Y and Shea K J 1995 Synthesis and processing of improved organic second-order nonlinear optical materials for applications in photonics *Chem. Mater.* **7** 1060
5. Raj C J, Dinakaran S, Krishnan S, Boaz B M, Robert R and Das S J 2008 Studies on optical, mechanical and transport properties of NLO active L-alanine formate single crystal grown by modified Sankaranarayanan–Ramasamy (SR) method *Opt. Commun.* **281** 2285
6. Kwon O P, Kwon S J, Jazbinsek M, Choubey A, Gramlich V and Günter P 2007 New organic nonlinear optical polyene crystals and their unusual phase transitions *Adv. Funct. Mater.* **17** 1750
7. Dhas S M and Natarajan S 2007 Growth and characterization of a new organic NLO material glycine nitrate. *Opt. Commun.* **278** 434
8. Shanthi A, Krishnan C and Selvarajan P 2014 Studies on growth and characterization of a novel nonlinear optical and ferroelectric material–N, N-dimethyl urea picrate single crystal *J. Cryst. Growth.* **3937**
9. Sethuram M, Bhargavi G, Rajasehakaran M V, Dhandapani M and Amirthaganesan G 2014 Synthesis, crystal growth and characterisation of 2-aminomethylpyridinium picrate (2-ampp)-a charge transfer molecular complex and organic nonlinear optical material *Optik.* **125** 55
10. Kulhánek J and Bureš F 2012 Imidazole as a parent δ -conjugated backbone in charge-transfer chromophores *Beilstein J. Org. Chem* **8** 25
11. Kim T D and Lee K S D δ A 2015 Conjugated Molecules for Optoelectronic Applications. Macromolecular rapid communications *Macromol Rapid Commun.* **36** 943
12. Chen X, Jia C, Wan Z, Zhang J and Yao X 2014 Theoretical investigation of phenothiazine–triphenylamine-based organic dyes with different δ spacers for dye-sensitized solar cells. *Spectrochim. Acta A* **123** 282
13. Srinivasan P, Kanagasekaran T and Gopalakrishnan R 2008 A highly efficient organic nonlinear optical donor” acceptor single crystal: l-valinium picrate *Cryst. Growth Des.* **8** 2340

14. Zyss J, Ledoux I S, Hierle R, Raj R and Oudar J L 1985 Optical parametric interactions in 3-methyl-4-nitropyridine-1-oxide (POM) single crystals *IEEE J. Quantum Electron.* **8** 1286
15. Chemla D S, Oudar J L and Jerphagnon J 1975 Origin of the second-order optical susceptibilities of crystalline substituted benzene *Phys. Rev.* **B12** 4534.
16. Jebin R P, Suthan T, Rajesh N P, Vinitha G and Dhas S B 2016 Studies on crystal growth and physical properties of 4-(dimethylamino) benzaldehyde-2, 4-dinitroaniline single crystal *Opt. Mater.* **57** 63
17. Oudar J L and Zyss J 1982 Structural dependence of nonlinear-optical properties of methyl-(2, 4-dinitrophenyl)-aminopropanoate crystals *Phys. Rev. A.* **26** 2016.
18. Gangopadhyay P and Radhakrishnan T P 2000 Influence of alkyl chain length on the crystal structures and optical SHG of N-n-alkyl-2, 4-dinitroanilines: Role of dipolar and dispersion energies *Chem. Mater.* **12** 3362
19. Datta A and Pati S K 2004 Effects of dipole orientations on nonlinear optical properties of oxo-bridged dinitroaniline systems *J. Phys. Chem. A.* **108** 320
20. Alyar H 2013 A review on nonlinear optical properties of donor-acceptor derivatives of naphthalene and azanaphthalene *Rev Adv Mater Sci.* **34** 79
21. Machado H S and Hinchliffe A L 1997 Ab initio study of the static dipole polarizability of neutral and charged naphthalene *Electron J. Theor. Chem* **2** :49
22. Howard S T, Fallis I A and Willock D J 1999 Polarizability anisotropies of cyano-substituted azulene, biphenyl, 2, 2'-bipyridyl and naphthalene *Mol. Phys.* **97** 913
23. Pisklak M, Maciejewska D, Herold F and Wawer I 2003 Solid state structure of coumarin anticoagulants: warfarin and sintrom. ¹³C CPDAS NMR and GIAO DFT calculations *J. Mol. Struct.* **649** 169
24. Amalanathan M, Joe I H and Rastogi V K 2013 Molecular structure and vibrational spectral investigation of charge transfer NLO crystal Naphthalene Picrate for THz application *Spectrochim. Acta A.* **108** 256
25. Baranowska Ła'czkowska A, Bartkowiak W, Góra R W, Pawłowski F and Zaleceny R 2013 On the performance of long range corrected density functional theory and reduced size polarized LPol n basis sets in computations of electric dipole (hyper) polarizabilities of δ conjugated molecules *J. Comput. Chem.* **34** 819
26. Bednarska J, Zalesiny R, Bartkowiak W, Osimiasowski B, Medved' M and Jacquemin D 2017 Quantifying the performances of dft for predicting vibrationally resolved optical spectra: asymmetric fluoroborate dyes *J. Chem. Theory Comput.* **13** 4347
27. Suresh D M, Amalanathan M, Sebastian S, Sajan D, Joe I H, Jothy V B and Nemeč I 2013 Vibrational spectral investigation and natural bond orbital analysis of pharmaceutical compound 7-Amino-2, 4-dimethylquinolinium formate—DFT approach *Spectrochim. Acta A.* **115** 595
28. Paul B K and Guchhait N 2011 TD-DFT investigation of the potential energy surface for Excited-State Intramolecular Proton Transfer (ESIPT) reaction of 10-hydroxybenzo [h] quinoline: Topological (AIM) and population (NBO) analysis of the intramolecular hydrogen bonding interaction. *J. Lumin.* **131** 1918
29. Gulevskaya A V, Tyaglivaya I N, Verbeeck S, Maes B U and Tkachuk A V 2011. Oxidative arylamination of 1, 3-dinitrobenzene and 3-nitropyridine under anaerobic conditions: The dual role of the nitroarenes *Arkivoc.* **2011** 238
30. Harter D J, Shand, M L and Band, Y B 1984 Power/energy limiter using reverse saturable absorption *J. Appl. Phys.* **56** 665
31. Sheik-Bahae M., Said A A., Wei T H, Hagan, D J and Van Stryland, E W 1990 Sensitive measurement of optical nonlinearities using a single beam *IEEE J. Quantum Electron.* **26** 760

32. Wang J, Sheik-Bahae M., Said A. A, Hagan, D J and Van Stryland, E W 1994 Time-resolved Z-scan measurements of optical nonlinearities *J. Opt. Soc. Am. B* **11**1009
33. Said A A, Sheik-Bahae M., Hagan D J, Wei T H, Wang J, Young J and Van Stryland E W (1992). Determination of bound-electronic and free-carrier nonlinearities in ZnSe, GaAs, CdTe, and ZnTe *J. Opt. Soc. Am. B.* **9** 405
34. Jose K B, Cyriac J, Moolayil J T, Sebastian V S and George, M. 2011 The mechanism of aromatic nucleophilic substitution reaction between ethanolamine and fluoro nitrobenzenes: an investigation by kinetic measurements and DFT calculations *J. Phys. Org. Chem.* **24** 714
35. Leboeuf M, Köster A M and Salahub D R 1997 Approximation of the molecular electrostatic potential in a gaussian density functional method *Theor. Chem. Acc.* **96** 23
36. Takano Y and Houk, K N 2005 Benchmarking the conductor-like polarizable continuum model (CPCM) for aqueous solvation free energies of neutral and ionic organic molecules *J. Chem. Theory Comput.* **1** 70

About the Author

Dr. Anju Linda Varghese

Department of Chemistry and Centre for Research,
Baselius College, Kottayam
E-mail: lindaanju@gmail.com

Dr. PL Maria Linsha

Research Department of Chemistry
Sacred Heart College, Thevara

Dr. Ignatious Abraham

Research Department of Chemistry
Sacred Heart College, Thevara

Dr. M George

Research Department of Chemistry
Sacred Heart College, Thevara

Stress Management Among Bank Employees with Special Reference to Pala Municipality

Mr. Joppachan Tom

ABSTRACT

Stress has been a universal ailment among employees irrespective of the nature of job, working hours or the amount of remuneration one is subject to. It takes significant effort from individuals to understand and cope with the level of strain one undergoes from time to time. Jobs nowadays come with extreme responsibility and minimal time resources. Increased competition and widened business perimeter adds up its work burden upon the individuals within the framework of business operations. Nothing can be taken away from the fact that sufferings has grossed up for each and every individual within the business irrespective of the designation they hold, Understanding the degree of stress and identifying methods to counter it is an inevitable factor in moving forward. The study tries to identify each of those responsible factors and the countermeasures adopted to cope with it

Key Words: Stress management, Bank employees, Bank management, Job stress

INTRODUCTION

Stress is an inevitable component in lives, whether personal or professional. A certain degree of stress is so important that it determines the level of motivation and efficiency one has towards the work he undertake. Beyond such a point it turns out to be factor that depletes the workmen efficiency. Given the time constraints and the limited allocation of resources ,one has to drainout every bit of effort to achieve what is supposed from him.

Workplace stress can be understood as a mismatch between the responsibilities and the capabilities of an individual. New era of workmanship therefore romp ahead in eliciting the best out of individuals irrespective of the mental or physical crunch they undergo. It is a universal fact that the Human resources are the integral units of any outfits and are never accounted for, such is the case with stress too , it do take a toll on the human resource but are rarely taken care of. To get the best out of individuals it is important to account for the stress and make ways to getover it. Successful entrepreneurs do recognise the need for countering it and offers perks and benefits to help the workmen contribute positively to the business environment minimising exhaustion.

Stress in indeed universal but functions differently for each. It bears deliberating effects on both employer and employee and moreover on the output as a whole. These conditions which are triggered by improper treatment of workforce are fairly manageable and treatable to an extent. Effective management of stress is a basic necessity to achieve desired results nowadays and the relevance of stress management concept exists till the day when human resource are employed in the business environment.

STATEMENT OF THE PROBLEM

Organizational life is quite stressful. Work pressures, tight schedules, meetings that never seem to end on time, unhelpful colleagues, critical bosses, incompetent subordinates and a host of other irritating factors may all have a cumulative effect in making the lives of modern-day executives quite miserable. In this study the researcher tries to find out the opinion regarding the job related stress among bank employees, the nature and causes of stress, the precautionary measures adopted by bank.

OBJECTIVES OF THE STUDY

The main objectives of the study is to know whether the employees of banks are stressed or not due to their complexities. The specific objectives are

- 1) To study and compare the job related causes of stress among employees.
- 2) To collect the opinion of bank employees regarding job related stress and the strategies adopted by bank management to manage stress.
- 3) To review whether the level of stress and designation are related.

IMPORTANCE OF THE STUDY

Stress is a new area; it is an inevitable part of today's fast life. Now a day's competition among banks has increased. Employees outperform one another to reach at the top. All the banks fix the target to their employees, and employees are asked to attain these targets, this will create a lot of stress in them. Bank employee's deal with money and any laxity on their part make the personally accountable. After the introduction of VRS in public sector banks, there is considerable shortage of staff in almost all banks branches. The response to VRS exposed the level of frustration prevailing among the bank employees. In many bank branches; two or three departments have been clubbed and are being handled by just a clerk and an officer. The employees have to race against time to finish the day's work. Unlike in most government department, work cannot be kept pending in banks. Owing to this many employees are compelled to work beyond their stipulated working hour without getting any overtime allowance or salary hike. All these things lead to an increased stress to bank employees.

The effect of stress on individuals is not encouraging sometimes; it may be responsible for variety of ailment including high blood pressure, heart attacks, diabetics, and asthma etc. The cost of stress is immense. Studies of stress among American workers reveal that, the

cost of stress related absenteeism, lower productivity, rising health insurance cost, and other individual expenses is close to \$300 billion and rising. In this context this study is supposed to be very important source.

HYPOTHESIS OF THE STUDY

With the reference to the above objectives the following hypothesis were made.

H0: There is no significant relationship between respondent's designation and job related stress

RESEARCH METHEDODOLOGY

UNIVERSE

Universe is the whole population in the specified research location. In this research work consumers in the Pala Municipality are considered as the universe for the research work.

SAMPLING SIZE

Sampling size refers to the number of sample units to be selected from the universe for the data collection activity. The sample size should neither be too large nor too small, it should be optimum. Here the sample size for the survey is 50.

SAMPLING PROCEDURE

Convenient sampling is adopted for this study as it attempts to obtain a sample of convenient elements. Often, respondents are selected because they happen to be in the right place at the right time.

TOOLS FOR DATA COLLECTION

The analysis is conducted using statistical tools like Chi-Square test, Percentages;

LITERATURE REVIEW

Mrs. Caral Lopes, Ms. Dhara Kachalia, they have conducted a study in private and public banks. They have shown that the technological growth has revolutionized the way banking sector works and the competition is globalised now days because of the economic condition. The level of stress faced by the employees in banking sectors so growing rapidly. The study found that there is a significant relationship between type of the banks, age, gender and education, job, role, interpersonal relationship and Impact of occupational stress. So the banking sector employee should adopt new coping strategies for maintaining good physical and mental condition to improve productivity.

B.kishori & B.vinothini the authors have found that productivity of the work force is decisive factor for the success of an organization. In an age of highly dynamic and competitive world, an employee is exposed to all kinds of stressors that can affect them on all realms of life. The research intended to study the impact of occupational stress on Nationalized Bank employees.

Priyanka Das1, Alok Kumar Srivastav they have identified that banks must manage people at work to improve physical work environment, if the organizations enhance the psychological well-being and health of the employees, the organizational revenue will increase and there will be employee retention as well. Because of A Healthy Employee is a Productive Employee". They concluded that the level of stress among the select public sector banks are found to be limited and if the necessary action taken by the management that will help to relieve the stress of the employees and also help to impact more productive employees that will help the banks to achieve greater heights.

Ementa, Christiana Ngozi the study looked into the bank secretaries' perceived causes of stress, its effect on their performance and effective strategies for coping with stress. The study showed that bank secretaries consider most of the work functions as causes of stress in the workplace, and these stressors has great effect on their performance, and have considered a number of factors as effective strategies for coping with occupational stress. This study concluded that bank secretaries experience a lot of work stress as they carry out their administrative and clerical functions in the bank. The study further revealed that gender; work experience and marital status donot significantly affect respondents 'mean rating on causes of stress, effect of the stressors to performance and effective coping strategies. Since stress is unavoidable in work life, it is obvious that bank secretaries must go through a form of stress to accomplish office tasks, efforts towards effective management of stress is paramount.

Dr. P.Kannan & Suma.U (2015) in order to manage stress the organization has to encourage employee development and embark on training interventions for employees. Training specifically related to policies and policy implementation is a key priority. Stress in banking sectors mostly due to excess of work pressure and work life imbalance the organization should support and encourage taking up roles that help them to balance work and family.

TABLE 1 SYMPTOMS

Category	No of Respondents	Percentage
BEHAVIOURALSYPMTOMS	19	38
PHYSIOLOGICALSYMPTOMS	31	62
Total	50	100

Source: Primary data

INTERPRETATION

Table 1 showthat out of 50 respondents 62% are subject to physiological symptoms of stress and the remaining 38 % showed behavioural symptoms of stress.

TABLE 2 JOB RELATED STRESS

Category	No of Respondents	Percentage
YES	43	86.0
NO	7	14.0
Total	50	100

Source: Primary data

INTERPRETATION

Table 2 shows the presence of stress in work life. Out of 50 respondents 43 has responded they are affected by job related stress whereas a minority of 7 individuals responded against it.

TABLE 3 EFFECT OF STRESS ON PERFORMANCE

Category	No of Respondents	Percentage
VERYOFTEN	16	37
OFTEN	12	28
SOMETIMES	5	12
RARELY	8	19
NOTAT ALL	2	4
Total	43	100.0

Source:Primary data

INTERPRETATION

Table3 indicates the effect of stress on individual performance. Out of the 43 respondents who responded they are affected by stress in work life 37% are very often affected by stress, 28% are often affected, 12 % are of the opinion they are sometimes affected, 19% are rarely affected and the remaining 4% responded stress does not affect their performance

TABLE 4 FFECT OF STRESS ON HEALTH

Category	No of Respondents	Percentage
ADVERSEEFFECT	16	37
NEGLIGIBLEEFFECT	21	49
NOEFFECT	6	14
Total	43	100.0
<i>Source:Primarydata</i>		

INTERPRETATION

Table 4 denotes the effect of stress on health of respondents. 37% of respondents are of the opinion that stress has adverse effect on their health. 49% responded the effect is negligible and another 14% responded that it has no effect upon their health.

TABLE 5 MEASURES TO OVERCOME WORK RELATED PRESSURE

Category	No of Respondents	Percentage
SHORT REST DURINGOFFICEHOURS	6	14
PRAYER	5	12
PLEASURETRIP	12	28
EXCERCISES	13	30
ANYOTHER	7	16
Total	43	100

Source:Primarydata

INTERPRETATION

Table.5 denotes various measures adopted by individuals to overcome stress. 30% of respondents rely upon exercises, 28% adopts pleasure trips to overcome pressure, 14% requires short rest during work hours. Another 12% depends upon prayer and the remaining 16% relies on various other means to overcome stress.

TABLE 6 EMPLOYER RECOGNITION TOWARDS STRESS AND EMPLOYEE HEALTH

Category	No of Respondents	Percentage
YES	27	63
NO	16	37
Total	43	100

Source: Primary data

INTERPRETATION

Table 6 shows whether the employer recognizes stress of employees. 63% responded yes and the remaining 37% responded their employer does not recognize their stress.

TABLE 7 MEASURES ADOPTED BY BANK TO REDUCE STRESS

Category	No of Respondents	Percentage
YOGA TRAINING	2	7
SEMINARS/WORKSHOPS	5	19
RECREATIONAL FACILITIES	5	19
HOLIDAY TRIP FACILITIES	3	11
MOTIVATION FOR ACHIEVEMENT	9	33
ANY OTHER	3	11
Total	27	100.0

Source: Primary data

INTERPRETATION

Table 7 indicates the measures adopted by the employer bank to reduce stress. Out of the 27 whose employer recognizes their stress, 33% responded achievement motivation helps to reduce their stress, 19% each believes seminars and recreational facilities are helpful. Another 11% responded in favour of holiday trips, 7% in favour of yoga practices and another 11% relies on various other measures to counter stress.

TABLE 8 SATISFACTION FROM MEASURES UNDERTAKEN BY EMPLOYER

Category	No of Respondents	Percentage
HIGHLYSATISFIED	3	11
SATISFIED	18	67
NEUTRAL	2	7
NOTSATISFIED	3	11
HIGHLYDISSATISFIED	1	4
Total	27	100.0

Source: Primary data

INTERPRETATION

Table 8 indicates employees satisfaction towards measures adopted by the employer to reduce stress. 11% out of 27 respondents are highly satisfied with their employers efforts, 67 % are satisfied, 7% are neutral with their opinion, 11% are not satisfied, and 4% are highly dissatisfied

TESTING OF HYPOTHESIS

H0: There is no significant relationship between respondent’s designation and job related stress.

H1: There is significant relationship between respondent’s designation and job related stress.

TABLE 9 DESIGNATION AND JOB RELATED STRESS

		JOB RELATED STRESS		Total
		YES	NO	
DESIGNATION	MANAGER	3		3
	DEPUTYMANAGER	8		8
	COMPUTEROPERATOR	4		4
	CASHIER	14	1	15
	CLERK	13	3	16
	OTHERS	1	3	4
Total		43	7	50

**TABLE 10 Result of the Test
Chi - Square Tests**

Calculated value	Level of significance	Degree of freedom	Table value	Accept/ rejectH0
2.8046	.05	1	3.84	AcceptH0

INTERPRETATION

The table shows that computed value is less than 3.84; hence the null hypothesis is accepted. i.e. there is no significant relationship between respondent's designation and job related stress.

FINDINGS

> From the study, it can be realised that vast majority of the employees are subject to intense stress from work life, irrespective of their age, gender, educational qualifications or experience. From among them a smaller fraction constituting about 37% are very often affected by stress and a much smaller fraction are not significantly affected by it.

> The study takes into account the impact of stress on employees health and ends up stating almost 37% of those employees subject to stress have adverse effect from such a work life and a mere 14% are not affected by it physically, even though it reduces their work efficiency to an extent.

> It can be understood that stress management is the result of a combined effort from both employer as well as employee. Adequate refreshments, pleasure trips and physical exercises are means to outdo the impact stress has on individuals.

> The study tries to gauge the level of awareness employers have upon stress and its impact on employees. It gets to a conclusion that majority of employers where their employees are affected, derecognize the impact and take sublime measures to overcome it. Some resort to giving pleasure trips while some prefers seminars and workshops more effective. Apart from all these measures undertaken by employers, realizing employee's efforts and giving due recognition and motivation helps overcome stress for a larger sect of employees. It also highlights that the majority workers are satisfied with measures taken by their employers in helping them cope with it.

> Further it is concluded that the designation or job role one plays within the organisation does not really have an effect on the level of stress he gets subjected to. Every designation comes with responsibility and a certain degree of stress which aren't totally indifferent from one another.

CONCLUSION

Stress is something that happens our daily lives and is usually associated with a particular event such as work, family and other responsibility. There are many situations that we can't control, but there are ways to control how we deal with certain situation. Effective stress management is something that our lives can go a little more smoothly. Stress management is as simple as talking a walk. It has been proven that physical activities would improve a person's mental health, help with depression and relive the side effect of stress. This makes

a person's heart rate increases and will be affected by stress. It is vital that stress management techniques are implemented into our daily lives. Coping with stress is an individualized task and one method over another may not be superior.

A person that is stress takes so much away from his or her health and performance levels.

Employees at bank are too much stressed with their job with heavy work loaded, so the employees expect some refreshing events to add up in their work place like frequently tie in working hours, tea breaks, entertainments etc. Accordingly the employees expect hike in their salary from their worth performance. But even the employees are very cooperative and have a very good high regard and respect towards the banks image and its future.

REFERENCE

Journals

- Biswal, D. S. (2020). Occupational Stress among Female Bank Employees: Comparative Study of Indian Bank's. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 12 (SP7), 24502456. doi:10.5373/jardcs/v12sp7/20202375
- K, S., & K, M. (2018). Level of role stress among nationalized bank employees: A case study of tiruchirappalli district. *Journal of Management and Science*, 8(4),375-383. doi:10.26524/jms.2018.34
- Bujwala, B., & Dr. Mukesh Kumar V (2012). A study on workplace stress and its impact on job performance among bank employees in Chittoor (DIST). *International Journal of Scientific Research*, 2(9), 223-225. doi:10.15373/22778179/sep2013/74

Books

- Fisher, C. D., & James, B. S. (1998). *Human resource management*.
- Gupta, C. B. (2000). *Human Resource Management*. New Delhi: Sultan Chand and Sons.
- John W Newstorm, K. D. (2002). *Organisational Behaviour: Reading and Exercises*. Irwin/Mcgraw- Hill.
- Patri, D. P. (2002). *Quantitative Techniques*. Ludhiana: Kalyani Publishers.

About the Author

Mr. Joppachan Tom

Guest Lecturer

Department of Commerce

K G College, Pampady

Review on *Annona Glabra*- An underutilised Mangrove Plant

Jinu Mathew and Mity Thambi

ABSTRACT

The genus *Annona* belongs to the family *Annonaceae* and includes several species of tropical and subtropical crops characterized by their edible and exotic fruits. Most species, however, are not marketable and remain underutilized, and are often referred to as wild *Annona* species, but they are a valuable source of bioactive compounds. The present review focuses on phytochemical profile of underutilized *Annona glabra*, as well as their biological activities.

INTRODUCTION

The genus *Annona* belongs to the *Annonaceae* family, which are native to Central America and the West Indies, and includes several tropical and subtropical crops, some of which are of great socioeconomic importance globally. Genus *Annona L.* is represented in Kerala with one (*A. glabra L.*, Kattatha) in the wild and three species cultivated throughout (*A. muricata L.*, *A. reticulata L.* and *A. squamosa L.*) There is evidence that stem bark, leaf, root, seed, peel, and pulp extracts obtained from different *Annona* species have been used in traditional medicine to treat different ailments¹. *Annona glabra L.* (*Annonaceae*), commonly known as spind-apple, is a tropical tree native to West Indies and Florida. They were spotted growing in salt swamps along with reeds, *Acrostichum aureum* (fern), *Acanthus ilicifolius* and *Excoecaria agallocha* in marshy areas around Kumarakam Lake, Kerala. They are used in traditional medicine because of their bioactive compound profile. The major bioactive compounds include acetogenins, alkaloids, phenolic compounds, essential oils, cyclopeptides etc. The composition of *Annona* phytochemicals varies greatly between its different species.

DISCUSSION

V. Padmaja (1995)² reported the antimicrobial and antihelmintic properties of hexane extract of stem bark of *A. glabra* due to the presence of kaur-16-en-19-oic acid as main constituent

of crude extract. Tian Jye Hsieh et.al.(2004)³ identified novel dioxoaporphine alkaloid along with 38 known compounds from the fresh fruit and stem of *A.glabra*. A tea made of the stem and leaf of *A.glabra* L. was consumed to eliminate flatworm and nematodes in Guyana. Ahmed Abdel-lateff(2009) isolated and elucidated structure of 3 acetogenins from MeOH extract of *A.glabra* and found to have cytotoxic activity against lung carcinoma A-549, breast adenocarcinoma and glioblastoma multiforme⁴. A.Jaya Jasmine(2018)⁵ reviewed the medicinal and traditional uses of important *Annona* fruits. An isoquinoline backbone is major structural alkaloid moiety and the isolated alkaloids showed antimicrobial activity against staphylococcus epidermidis and antilarvicidal activity against Plasmodium falciparum.

The alcoholic extract *A.glabra* leaf extract was studied non toxic to normal lymphocytes. The bacterial property of ethanolic extract prepared from pond apple leaves was reported against gram negative bacteria that commonly found in infected burn wounds⁶. Later Itoang Le Son(2013) further studied the effect of *A.glabra* leaf extract loaded with alginate film on burn wounds and found that leaf extract enhanced the rate of wound contraction⁷.

The therapeutic effects of whole-plant extracts of *A. glabra* have been evaluated in several animal and cell models. *Annona glabra* is a potential source of compounds for cancer therapy, where an alcoholic seed extract has shown anticancer activity. Hien et.al. (2015) identified new megatigmane glycoside from methanolic extract of *A.glabra* fruit and studied cytotoxic effect on HL-60 cell line and showed significant activity on cell with the IC₅₀ value of 9.0±1.0µm⁸. Although antimicrobial activities were previously reported for other *Annona* species, little is known on *A. glabra* ability to inhibit bacterial growth and/or viability. The flavonoids obtained from hydroalcoholic leaf extract of *A.glabra* are found to be effective against *P.aeruginosa* due to their ability to interact with the bacterial cell wall⁹.

In order to incorporate the concept of green chemistry, using botanical extracts is a sound option to avoid the adverse effect of synthetic chemical insecticides. An interesting advancement for the solely plant based insecticide is the development of plant mediated nanobased products, as they can achieve their insecticidal efficiency at very low concentration (d³⁰30mg/L). The aqueous leaf extract of *A.glabra* was used to synthesize AgNPs and the synthesized AgNPs has a strong larvicidal activity against dengue vector mosquito, *Ae.aegypti* and *Ae.albopictus* (2020)¹⁰. Earlier insecticidal properties of *A.glabra* leaf extract against *Ae.albopictus* and *Ae.aegypti* in Sri Lanka showed promising result¹¹. Application of essential oils in food preservation have been amplified in recent years as flavorings, natural source of antimicrobials for food preservation. The main chemical constituent of essential oils are terpen compounds. Santos et.al. analysed the volatile constituents of fruits of pond apple by GC/MS and the principal components are α -pinene, limonene, α -phellandrene and (E)- α -ocimene¹². Thang et.al. (2012) studied the volatile content from four species of *Annona* from Vietnam. The main component of *A.glabra* .L.were α -caryophyllene(21.5%) ,germacrene.D, α - cadinol and α -elemene¹³.

Acetylcholinesterase (AChE) inhibitors are a class of drugs used for the treatment of Alzheimer's disease. Two potent AChE inhibitors (-)anobine and (-)roemeroline have been isolated from EtOH extract of the *A.glabra* leaves and showed anti-AChE IC₅₀ values of 22.4 and 26.3µm respectively¹⁴. Also the active EtOH extract of the stem also showed anti AChE activity.

CONCLUSION

In recent years, ethnomedicinal studies received much attention as this brings to light the numerous little known and unknown medicinal virtues especially of plant origin. There are several classes of chemical compounds that are found in almost every part of *A. glabra* plant such as Annonaceous acetogenins, alkaloids, cyclic peptides, essential oils, flavonoids and steroids. Also they have many pharmacological effects that have been scientifically proven such as antimicrobial, antimalarial, dengue vector control activity, anticancer and antifungal activity. Though most of the reviews concentrate on other species of *Annonacea* family very few are available on *A. glabra*. A systemic research and development work should be undertaken for the conservation of *A. glabra* and development of products for their better economic and therapeutic utilization.

REFERENCES

1. Luis M. Anaya-Esparza et.al., Food Research International ,138,2020
2. V.Padmaja, Journal of Ethnopharmacology,48(1), 21-24, 1995.
3. Tian-Jye Hsieh et.al.,Journal of the Chinese Chemical Society, 51, 869-876,2004.
4. Ahmed Abdel-lateff et.al.,Pharmacognosy Research, 1(3),130-135, 2009.
5. A. J. Jasmine, J. D. Nirmalatha, International Journal of Science and Research, 9 (5), 2020.
6. Lim TK. Edible medicinal and non-medicinal plants: Annona glabra. 1st ed. Springer- Verlag New York; 2012
7. H. Le Son and N. T. Tram, European Journal of Medicinal Plants, 3(4),485-499,2013.
8. N. T. T. Hien et al, Pharm Biol, 53(11), 1–6, 2015.
9. Stanley de S. L. Galvão, Andrea de S. Monteiro,et.al., Front Microbiol., 7: 2053, 2016.
10. L.D. Amarasinghe et al., Heliyon , 6, 2020.
11. L.D. Amarasinghe and H.A.K. Ranasinghe, Herbal Extracts and Extracellular Metabolites of Antagonistic Fungi as Larval Killing Agents of Dengue Vector Mosquitoes. Gloria Scientiam – Golden Jubilee Commemorative Volume, Faculty of Science, University of Kelaniya ,pp. 72-86, 2017.
12. Santos, A.S., Andrade, E.H.A., Zoghbi, M.G.B., Maia, J.G.S., Flav Fragr. J. 13, 148–150,1998.
13. T.D.Thang et.al, Natural Product Research,27(13), 2013.
14. Silva et.al., Natural Product Communication, 8(2),2013.

About the Author

Jinu Mathew

Department of Chemistry and Centre for Research
Baselius College, Kottayam

Dr. Mity Thambi

Department of Chemistry and Centre for Research
Baselius College, Kottayam

Microalgae as an Alternative Source for Bio-Plastic Production: A Review

**Neethu Elsa Thomas¹, Devika R Balasubramanian¹, Anamika G R¹,
Rajeeb Singh¹, A Anjana¹ and Dr Vimala R²**

ABSTRACT

One of the developing worry in this century is the expansion of non-degradable plastic. These non-degradable plastics are polluting the environment in an alarming rate. An alternative solution for efficiently decreasing the use of natural resources is by replacing the petro-plastic with degradable bio plastic which is extracted from microalgae. Here in this review we discuss about different culturing techniques of chlorella and spirulina and extraction of PHB from these microalgae and develop bio-plastic which is nontoxic, degradable and eco- friendly. We have additionally referenced distinctive utilization of these bio-plastic alongside their favorable circumstances and weaknesses. This study will give and outlook on the latest progress in the field of sustainable growth.

Keywords: Microalgae, Bio-plastic, PHB, Biodegradable

INTRODUCTION

As the use of plastic is increasing endlessly the demand for production is more. This excessive expansion of new technologies cause the increase in industries and production units and that leads to increase in harmful chemical which in turn cause pollution. Discovery of plastics made life much more at ease as it makes tons of useful materials (Thiruchelvi R, 2020). This have made our atmosphere less attractive than it used to be because of pollution due to thrown away plastic. Polystyrene is one of the extensively used material for plastic production and yet slow in degradation. Plastic damages the environment as they are extracted from crude oil which eventually advance to the reduction of natural resources, the incineration discharges toxic chemicals and even after landfill they do not go through bacterial decay and are unspoiled for centuries. Lots of renewable polymers are produced such as starch,

cellulose, proteins and polysaccharides that can be decomposed to water, carbon dioxide or organic molecules by microorganisms. Hence introduction to new biodegradable plastics have brought much attention and mainly we are focusing on bio-plastics from microalgae sources.

DISCUSSION

Biodegradable plastics can be produced from micro-algal biomass by using it directly or its secondary metabolites. As the bio-plastics increase biodegradability and blending property while some of main advantage of bio-plastics over petro plastics are that they are non-toxin, recyclable, reduce fossil fuel consumption, and produce less amount of energy, renewable and eco-friendly. Prime limitation of bio-plastic manufacture is that the biomass source competes with food and feed application and these agro-crops consume large amount of petroleum product in their life cycle (Zeller M A, 2013). As an alternative way for bio-plastic production has been identified from microalgae. To synthesis plastic from microalgae it should need good quality carbon substrate, controlled environment and extraction of polymer should have high energy (Alam M A, 2020).

These microalgae contains high protein composition with Spirulina reaching 46% to 63% protein in dry weight and Chlorella reaching 51% to 58% protein in dry weight (Becker 2007). Polyhydroxybutyrate (PHB) is a biopolymer which is extracted from prokaryotic organism such as microalgae which is spread across the intracellular storage of the plant. As this material is more resistant to water and can be completely degraded recommended that this could be more suitable for plastic production and reduce the fossil fuel resources. There are many species of blue-green algae which have the potential to accumulate homopolymer PHB when they are photoautotrophic conditions. These microalgae also help in reducing the waste by CO₂ production to improve the growth of biomass. Bio-plastics from these algal species will actually improve the sustainable production of plastics with improving the water supplies. Through this review paper we would study the different methods of bio-plastics production from algae that has the potential to help in saving the environment and can be an alternative solution to reduce the petroleum based products and thereby protecting Mother Nature.

CULTURING OF MICROALGAE

Microalgae are mainly used for bio-plastic production since it does not compete with food sources, grows on waste resources, and it also high lipid accumulation. The use of microalgae is mainly increasing due to its bio-economy. Following are the ways using which the biomass is cultured for bioplastic production.

1) CHLORELLA AND SPIRULINA

Chlorella is a green algae in freshwater having 58% protein content. Due to the dense cell wall and thermal stability, it is found to have a higher crack resistance than spirulina.

The culturing of chlorella is done in standard and a limited nitrogen medium. It is done using BG11 medium containing mineral salts (K₂HPO₄, MgSO₄, CaCl₂, C₆H₁₁FeNO₇, C₁₀H₁₄N₂Na₂O₈, Na₂CO₃ and C₆H₈O₇), and sodium bicarbonate (NaHCO₃) as the carbon source, and 1.5 g L⁻¹ of sodium nitrate (NaNO₃) as the nitrogen source. According to (Costa, 2007), standard culture of Spirulina sp was carried out using Zarrouk medium containing mineral salts (K₂HPO₄, K₂SO₄, NaCl, MgSO₄, CaCl₂, FeSO₄, and EDTA), 16.8 g L⁻¹ of sodium bicarbonate is used as the carbon source, and 2.5 g L⁻¹ of sodium nitrate constitute the nitrogen source.

The cultures were maintained for 20 days, from an initial cell concentration of approximately

0.2 g L⁻¹, at 28 °C in a growth chamber under a 12 h light / dark photoperiod. Stirring was effected by compressed air injection. The cell growth was monitored every two days by optical density using a digital spectrophotometer at a wavelength of 570 nm for chlorella and 670 nm for spirulina (Costa, 2007).

The samples are then centrifuged after which, pellet is re-suspended in methanol. Chlorophyll is extracted with a 24hrs incubation at 4 °C. The fat, protein content and growth rate is also

measured. It is found that nitrogen limitation of microalgae decreases microalgal growth and biomass production while altering biomass biochemical composition. This further indicates changes in the metabolic pathways of these microalgae, since they are known to be actively growing cells where energy is diverted to the synthesis of storage compounds, including biopolymers and bioplastics.

In the microalgae cultivation, the most critical environmental condition is the pH, because pH determines the solubility and availability of CO₂ and nutrients and has a significant influence on micro-algal metabolism. It is stated by (Vonshak, 1997), that the optimum pH for microalgae ranges from pH 8.5 to 10.5, with a reduction in cell numbers occurring at pH 8.0 and below. For *Spirulina* cultivation, pH 9.5 and above is suitable. On the other hand, for *Chlorella*, pH between 7.0 and 8.0 is ideal for growth and its culturing.

According to (G Markou, 2017), when microalgae are deprived of nitrogen the synthesis of biomolecules rich in nitrogen (proteins, chlorophylls) is reduced and biomolecules rich in carbon (carbohydrates and/or lipids) are accumulated. In this manner, nutrient limitation, particularly nitrogen, is often an effective strategy to increase specific target compounds in the biomass such as accumulation of lipids, carbohydrates, and carotenoids. Thus, by decreasing the nitrogen level, the synthesis of bio-plastic polymers like PHA is enhanced.

Based on the study by (Kornaros, 2017), nitrogen limitation not only enhances the lipid productivity, but also improves the lipid profile for the production of bio-products such as biopolymers, bio-plastics and biodiesel. It also reduces the requirement for nitrogen addition, and results in cost and energy savings.

Microalgae like *Chlorella* and *Spirulina* can also be cultured using open ponds or photo bioreactors which is depicted below in Fig 1. This is followed by harvesting using techniques like sedimentation, filtration, and flotation centrifugation. Following this, there are two different methods to produce PHB. (Rahman A, 2015), reported that the first method is the hydrolysis of microalgae biomass after drying. Using this method, the dried microalgae is hydrolyzed to produce fermentable sugars. Following this, the biomass can be used for *E.coli* fermentation leading to the production of PHB. The second method is the wet lipid extraction procedure and it is way cheaper.

The different bioplastic production from microalgae is given in the Fig 1. There are some additives used in the process such as plasticizers, compatibilizers, and various chemicals are also used as blending material to increase the quality of the final product. (Zeller M A, 2013), after comparing bioplastic production from 100% microalgae biomass and blends containing additives and polymers reported that blending is necessary for commercial applications. Examples of blended materials used are acetone, sodium sulfite and BPO. With respect to plasticizers and compatibilizers, glycerol is the most used plasticizer in bioplastic production using microalgae. It improves the availability of the macromolecules

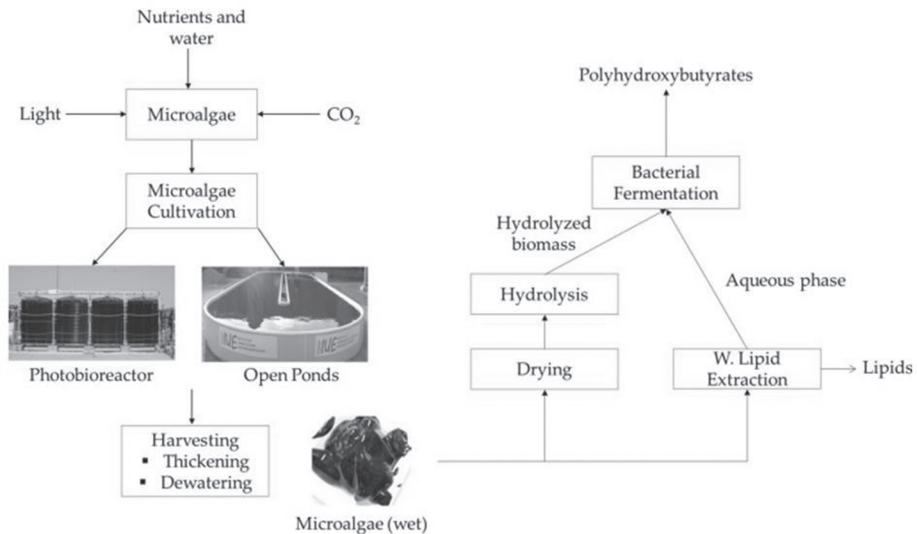


Fig 1: Bio-plastic production from microalgae (Rahman & C, 2017)

for the degradation process, increases flexibility of bioplastics and also increases its extensibility leading to phase rich products and improved elongation. KPO and DMSO are the compatibilizer initiators used. It is used to increase the mechanical strength of biopolymers. According to (Monshupanee T, 2016), CMC, (CHCl₃) is used for PHB extraction from *Chlorella fritschii* biomass. The other commonly used chemicals to improve the composites are ethanol, methanol and DCP.

METHODS FOR THE PRODUCTION OF BIOPLASTICS FROM CHLORELLA

Many methods are available for the production of bio-plastic from chlorella but most of them are performed in lab scale. We have listed some methods for production of bio-plastic by chlorella based polymer blends. The method prevalently used is by compress moulding. In this method, mixture of biomass, polymers and additives are added in a mould and compressed at high temperature and pressure for a small interval of time. This results in the production of bio composites. The pressure, temperature and time intervals can be varied. The mixture should be mixed properly before adding to mould and this is be done in many ways, by heating, or by using an internal mixer which was used by (Fabra M, 2018). Some methods did not involve compress moulding like (Dianursanti & A, 2018) heated the melt mixed mixture in ovens without compression to form their prototypes. The moulding technique produced prototypes mostly in the form films. Other shapes include slabs, rectangular flex bars etc. Main method used to produce films is solvent casting biomass and additives in specific concentrations were dissolved in solvent and poured on surfaces and left to dry. In the research conducted by (Khalis, 2018), PVA-chlorella thermoplastic blends was made by ultrasonic homogenizer. Other methods which are more small scale like injection molding and twin-screw extrusion were also used. The most prominent techniques are solvent casting and compression moulding.

Other ways to produce bioplastic is by extraction of PHB. This is an intracellular production approach as PHB is produced naturally by chlorella. Before extraction of PHB, The algae is cultured and algal growth is estimated for at least a week by three methods:

- ◆ Haemocytometer is done to check cell count.
- ◆ Spectrophotometer is done to check optical density of algalbroth.
- ◆ Chlorophyll is extracted and is subjected to spectrophotometry.

This helps to check algal growth and hence helps in the extraction of PHB (Polyhydroxy butyrate). PHB is extracted when the algal growth is maximum or highest. Two methods are mainly used for extraction of PHB, in the first method, the biomass is dried and hydrolyzed while in the other method involves procedure for extraction of wet lipid.

Some researchers focused on cultivation and parameters for optimization like, in research conducted by (Rebecca Robert and Priya, 2018), the PHB obtained was optimized by growing *Chlorella vulgaris* by growing in different media. (Abdo S M, 2019) Explained the protocol for the extraction of PHB from microalgae and compared the amount of PHB extracted from many microalgae.

PRODUCTION OF BIOPLASTICS FROM SPIRULINA

In the research study of (Zeller MA, 2013), Spirulina species is a cyanobacteria typically found in high-alkaline freshwater conditions; consists of 57% protein. *Spirulina platensis* is a species of Spirulina which contains a high concentration of protein. Several studies have been conducted to examine the potential of Spirulina for the production of bioplastic. Similar to Chlorella, Spirulina has a small cell size, which makes it attractive for bioplastic blend production. By adding 6 wt. % of a compatibilizer to an *S. platensis* and PVA mixture, a bioplastic film which has higher tensile strength than commercial plastic bags can be produced.

EXTRACTION OF BIOPLASTICS

Like chlorella, the most common method to produce *S. platensis*-polymer blends is also compression molding. Other than compression molding, another method is thermo-mechanical molding. Thermo-mechanical molding and hybrid blends of *Spirulina platensis* was performed on a 24-ton bench-top press with electrically heated and water cooled platens. To form either a single dogbone or two small rectangular flexbars, the stainless steel molds were custom made for DMA analysis. All data presented in this contribution were produced from compression molded samples. Done by using a 20 min cook time at 150°C followed by a 10 min cooling period (Zeller M A, 2013). The 100% algae-based bioplastics and the thermoplastic blends of *S. platensis*, polyethylene and glycerol, were made in small batches of 5 g by hand-mixing. Using an Ohaus Precision Standard balance, a standard weight of 1.5 g for DMA flexbars and 5.0 g for dogbones were made and filled in the mold cavity. Each formulation of microalgae and glycerol was blended thoroughly and polyethylene was added for hybrid materials. It is followed by further mixing. After cooling the samples for 10 min under pressure, the pressure was released and the samples were removed. And bioplastics are separated.

Cyanobacterium, *Spirulina platensis* sample were collected and cultivated in Zarrouk medium at small and large-scale level (N. Uma Maheswari, 2011).

DURING LARGE-SCALE LEVEL DETERMINATION:

PHB content was measured at 235 nm using UV spectrophotometer against sulphuric acid blank after converting the PHB crystals to crotonic acid (Bonartseva G A & Myshkina V, 1985). The percentage of PHB produced by the organisms was calculated from the cell dry weight and PHB content. The Spirulina bioplastic ingredients, Sorbitol 2.25g, Gelatin 2.25g, *S. platensis* 2.25g, Glycerol solution 180ml of 1%, Water 24 ml are mixed well and heated at 95°C. Stirred the mixture while heating, and once it is at the right temperature, removed the heat and keep stirring. Poured the mixture into a dried pan, and spread it out to let it dry.

The time required for separation of plastic is depend on temperature of the room, it may take several days. After complete drying the bioplastic separated from the pan. The Chlorella showed better bioplastic behaviour than Spirulina and in the case of blending performance, Spirulina showed better blending properties. (N. Uma Maheswari, 2011). Examples of biomass species, and the corresponding type of product derived is given below in table 1.

Biomass species	Type of product	References
C. vulgaris	Chlorella/PVA composites	Dianursanti et al(2018)
C. vulgaris	100% algae-based plastics and hybrid blends with PE and glycerol	Zeller M.A et al(2013)
Chlorella	PP from Chlorella and MPP(maleic anhydride modified polypropylene)	Zhang F et al(2000)
Chlorella	PVA-chlorella thermoplastic blends	Khalis et al(2018)
Chlorella	PHB extracted optimized by growing microalgae in different media	Rebecca Robert et al(2018)
C. vulgaris	Extraction of PHB from microalgae and compared the amount of PHB extracted from many microalgae	Abdo S M et al(2019)
S. platensis	Bioplastic biofilm	Windiani L(2019)
Spirulina	Compatibilized bioplastic	Wang, K(2014)
Spirulina	Blend of Spirulina with UHMW-PE	Wang, K(2014)
S. platensis	100% algae-based plastics Hybrid blends with PE and glycerol	Zeller M.A et al(2013)

Table 1: Biomass species of chlorella and spirulina with their products (Senem Onen Cinar, 2020).

APPLICATIONS, ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF BIO-PLASTICS

1. Applications of Chlorella and Spirulina based bioplastics:

Bioplastics have greater water vapour permeability due to which it can be used in packaging of food, in pharmaceutical applications, and in cosmetics. These can be made clearer and more transparent so it can be used in making bags for compost, agricultural foils, horticultural products, nursery products. Bioplastics have improved printability, the ability to print a highly legible text or image on the plastic, so it is used in painting toys and it is resistant to water and hydrocarbons, which provides good thermal and mechanical properties so it is used in textiles. They are also effective in the removal of xenobiotics such as bisphenol, oseltamivir and atrazine and is widely used in bioplastic moving bed biofilm. Biomates is made of calcium carbonate (CaCO₃) and bio resin as carrier and is used in bio filler, 100% algae-based plastics and also as PBS/Spirulina composites etc. The bio-economic process of bioplastic is given in Fig2.

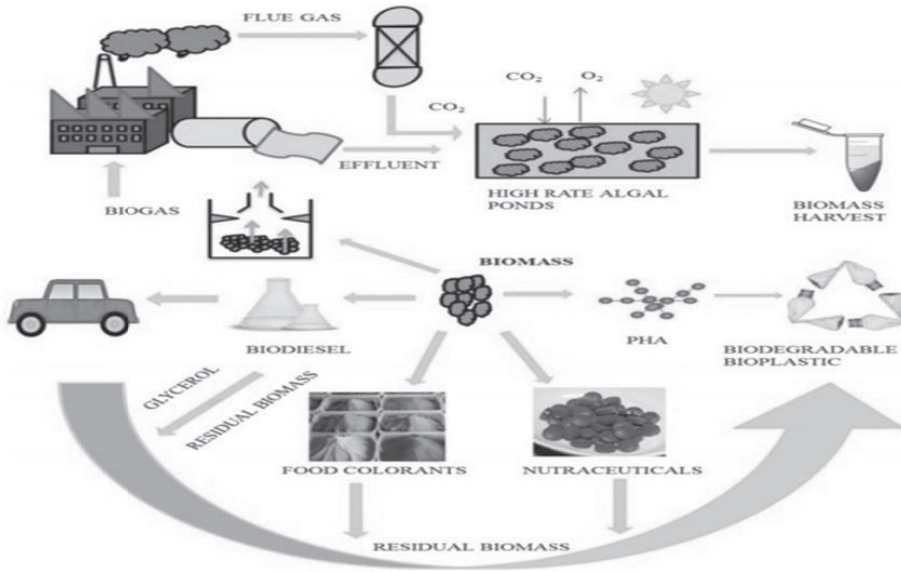


Fig 2: A possible sustainable bio-economic process in bio-plastic production from microalgae (Alam M A, 2020).

1. Advantages of Bioplastics:

It is potentially a much lower carbon footprint i.e lower emission of greenhouse gases ,lower energy costs in manufacturing than the conventional plastics, Bioplastics does use scarce crude oil whereas in the case of conventional plastics, these typically requires 20 kilowatt hours of energy to manufacture. Bioplastics also provide a reduction in litter and it also has improved compostability,thus it is found to be easily degradable in the environment and hence do not create any pollution, These have improved printability,and also saves fossil resources by not consuming any petroleum based products. Bioplastics are also eco-friendly and user friendly, thereby giving a positive image among consumers, and also less emission of GHG (Green House Gases) unlike conventional plastics. It also increases the land fertility.

2. Disadvantages of Bioplastics:

The another side of using biodegradable plastics are, to turn them into composts, but there will be a need for industrial composters and availability of the equipment for this in some countries can be a problem. Compared to conventional plastics, in the present scenario, low oil prices are making it difficult for bioplastics to achieve competitive pricing levels. The increasing use of bioplastics creates a competition for food sources. These plastics cannot be mixed with non-biodegradable plastics when thrown in garbage bins. Because when these two types of plastics are mixed together, these bioplastics become contaminated and cannot be used after. Bioplastics are also more expensive than fossil based plastics. Bioplastics will break down into non-toxic components. But, degradation of these plastics in a landfill requires a specific set of conditions, which are not always available, to be in place.

CONCLUSION

Through this review study we were able to understand different culturing process of the *chlorella* and *spirulina*. The cultivation of microalgae depends mostly on the pH of the

water. Nitrogen impediment help in improving the lipid profile in the production of bioplastic, biodiesel, biopolymer and so forth. Some additives such as plasticizer, compatibilizer and other several chemicals which enhance the activity of the final product. Studies also showed that glycerol addition helps in the degrading process of these plastics. The diverse extraction study of PHB was done from both *Chlorella* and *Spirulina*. The chlorella showed far more bio-plastic characteristics compared to spirulina and in case of blending property, the spirulina was found to be more effective than chlorella. The application of these are exceptionally enormous and will help in diminishing the carbon emission and contamination generally. Despite the fact that there are numerous favourable circumstances to it actually have numerous other burdens too. A careful use of algal biomass through enhancing the value of it alone can make the microalgal innovation a reality sooner rather than later.

REFERENCES

1. AP Bonartsev, G. A. (2011). Poly(3Hydroxybutyrate) and Poly(3Hydroxybutyrate)Based biopolymer system. *Biomedical Chemistry*.
2. A Richmond, E. L. (1990). Quantitative assessment of major limitation on productivity of *Spirulina Platensis* in open raceway. *Journal of Applied Phycology*, 195-206.
3. Abdo S M, H. a. (2019). Analysis of polyhydroxybutrate and bioplastic production from microalgae. *Bulletin of National Research Center*,43(1).
4. Ahilandeswar, N. U. (2011). Production of bioplastic using spirulina platensis and comparison with commercial plastic.133-136.
5. Alam M A, X. J. (2020). Micoralgae Biotechnology for Food, Helath and High value products. *Springer, Singapore*.
6. Balaji S, G. K. (2013). A review on production of poly beta hydroxybutyrate from cyanobacteria for production of bioplastic. *Algal Research* , 2(3),278-285.
7. Becker E, W. (2007). *Micro-algae as a source of protein*. 207-210: Biotechnology Advances.
8. Beckstrom, B. D. (2019). Bioplastics production from Microalgae with fuel co- product: A Techno-Economic and life-cycle assessment. *Degree of Master of Science* , (p. 57). Fort Collins, Colorado.
9. Bonartseva G A & Myshkina V, L. (1985). Fluorescence intensity of strain of nodules bacteria(*Rhizobium meliloti* and *Rhizobium phaseoli*) differing in activity, grown in the presence of the lipophilic vital stain phosphine. *Microbiology*,535-541.
10. Brydson, G. M. (2016). Chapter 23- Bioplastic : New Routes, Newproducts.
11. C Jimenez, B. R. (2003). Relation between physicochemical variable and productivity in open ponds for production of *Spirulina*: a predictive model of algal yield. *Aquacult*, 331-345.
12. Cesare Accinelli, M. L. (2012). Application of Bioplastic moving bed biofilm carriers for the removal of synthetic pollutants from wastewater. *Bioresource Technology*, 180-186.
13. Chen Y, J. (2013). Advantages of Bioplastics and Global sustainability. *Applied Mechanics and Materials*, 209-214.
14. Costa S S, M. A. (2018). Influence of nitrogen on growth, biomass composition, production and properties of polyhydroxyalkanoates(PHAs) by microalgae. *International Journal of Biological Macromolecul*,552-562.
15. Costa, M. G. (2007). carbon dioxide mitigation with chlorella Kessleri, *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus obliquus* and *Spirulina* sp. cultivated in flasks and vertical tubular photoreactors. *Biotechnol Lett*,1349-1352.
16. Das S K, S. A. (2018). Production of Biofuel and Bioplastic from chlorella pyrenoidosa.16774-16781.

17. Dianursanti C, N., L, W., & M, G. (2019). Effects of compatibilizer addition in *Spirulina platensis* based bioplastic production. *American Institute of physics Conference Series*. Erbil,Iraq.
18. Dianursanti, A. S., & A, K. S. (2018). The effect of compatibilizer addition of *Chlorella vulgaris* Microalgae utilization as a mixture of Bioplastic. *EDP science*. Bali,Indonesia.
19. Emadian S M, O. T. (2017). Biodegradation of bioplastics in natural environment. *Waste management* , 526-536.
20. Emo Chiellini, P. C. (2008). Biodegradable thermoplastic composites based on polyvinyl alcohol and algae. *Biomacromolecule* , 1007-1013.
21. Fabra M, M.-S. G.-M.-R. (2018). Structural and physicochemical characterization of thermoplastic corn starch films containing microalgae. 186,184-191.
22. Falcone D B. (2004). Biodegradable plastic in the environment. *UFSCar*. Sao Paulo, Brazil.
23. G Markou, L. H. (2017). Influence of different degrees of N limitation on photosystem II performance and heterogeneity of *Chlorella vulgaris*. *Algal Research*,84-92.
24. Gozan, M. a. (2018). The Effects of Glycerol Addition as Plasticizer in *Spirulina platensis* based bioplastic.
25. Hempel F, B. A. (2011). Microalgae as bioreactors for bioplastic production. *Microbial Cell Factories*, 81.
26. J, C., E, S. S., & L, a. B. (1982). Accumulation of polyhydroxybutyrate in *Spirulina platensis* . *Journal of Bacteriology*,361-363.
27. K, W. (2014). Bio-plastic potential of *Spirulina* microalgae. *University of Georgia*.
28. Khalis, D. a. (2018). The effects of Compatibilizer addition on *Chlorella vulgaris* Microalgae Utilization as a Mixture of Bioplastic. *E3S web of Conferences*.
29. Kornaros, M. S. (2017). Kinetics of growth and lipid accumulation in *Chlorella vulgaris* during batch heterotrophic cultivation: Effect of different nutrient limitation Strategies. *Bioresourc Technology*,356-365.
30. Lackner, M. (2000). Bioplastics. *Kirk-Othmer Encyclopedia of chemical Technology*, 1-41.
31. Mathiot C, P. P. (2019). Microalgae starch based bioplastic: screening of ten strains and plasticization of unfractionated microalgae by extrusion. In *Carbohydrate polymers* (pp.142-151).
32. Monshupanee T, N. P. (2016). Two-stage (photoautotrophy and heterotrophy) cultivation enable efficient production of bioplastic poly-3-hydroxybutyrate in auto- sedimenting cyanobacteria.
33. Onen Cinar S, C. Z. (2020). Bioplastic Production from Microalgae: A review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 3842.
34. Pragna N, P. K. (2013). A review on harvesting, oil extraction and biofuel production technologies from microalgae. *Renewable and sustainable energy review*,159-171.
35. Price, s., & unnikrishnan Kuzhiumparabil, M. P. (2020). Cyanobacterial Polyhydroxybutyrate for sustainable bioplastic production : Critical Review and Perspective . *Journal of Environmental chemical Engineering*.
36. R, C., S, T., & M, L. (2019). Mechanical reinforcement by Microalgal Biofiller in Novel Thermoplastics Biocompounds from Plasticized Gluten. *Materials*.
37. Rahman A, P. R. (2015). Polyhydroxybutyrate production using a wastewater microalgae based media. *Algal Research*, 95-98.
38. Rahman, D. A., & C, a. M. (2017). Microalgae as a source of Bioplastics. *Algal Green chemistry*,121-138.
39. Rebecca Robert and Priya, R. I. (2018). Isolation and Optimization of PHB (Poly- β -hydroxybutyrate) Based biodegradable plastic from *Chlorella Vulgaris*. *Journal of Bioremediation and Biodegradation*,09(02).

40. Roberta Guimarães Martins, I. S. (2014). Bioprocess Engineering Aspects of Biopolymer Production by the Cynobacterium Spirulina strain LEB 18 . *International Journal of Polymer Science* ,1-6.
41. Rukhsana Rahman, M. S. (2019). Bioplastic fro Food Packaging: AReview. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*, 2311-2321.
42. Sami N, A. S. (2020). *Estrone degrading enzyme of spirulina CPCC-695 and synthesis of bioplastic precursor as a by-product*. BiotechnologyReport.
43. Senem Onen Cinar, Z. k. (2020). Bioplastic production form Microalgae: Areview. *Internation journal of Environmental Research and Public Health*.
44. Steinbichel, A., & B, a. F. (1998). Bacterial and other biological systems for polyester production. *Trends in Biotechnology*,419-427.
45. Steinbichel, A., & S, a. H. (2001). Biochemical amd Molecular Basis of Microbial synthesis of polyhydroxyalkanoates in microorganism. *Advances in Biochemcal Engineering/ Bioetchnology*,81-123.
46. Stevens, G. (2010). *HOWTO: make algae bioplastic*. Retrieved from Greenplastics.
47. Terry Barker, I. B. (2007). *Mitigation of climate chnage contribution of working group III to the fourth assessment report of the IPCC*. Cambridge University Press.
48. Thiruchelvi R, D. A. (2020). Bioplastics as better alternative to petroplastic. *Materials Today: Proceedings*.
49. Vonshak, A. (1997). *Spirulina platensis(Arthrospira) physiology. Cell-biology and Biotechnology, first edition, London*.
50. Wang K, M. A. (2016). Modification of protein rich Algal-biomass to from Bioplastics and Odor removal . *Protein Byproducts*,107-117.
51. Zeller MA, H. R. (2013). Bioplastics and their thermoplastic blend from Spirulina and Chlorella microalgae. *Journal of applied Polymer Science* , 130(5),3263-3275.
52. Zhang F, K. H. (2000). An exploratory research of PVC-Chlorella composite material(PCCM) as effective utilization of Chlorella biological Fixing CO₂. *Journal of Material Science*,2603-2609.
53. Zhang L, C. P. (2003). Ways of strengthening biodegradable soy - dregplastics. *Journal of Applied polymer Science*, 88(2), 422-427.
54. Zhang, T, E., R, K., H, K., & T, H. (2000). Synthesis and characterisation of novel blend of polypropylene with chlorella. *Journal of Material Chemistry*,2666-2672.
55. Zhou N, Z. Y. (2011). hydrolysis of Chlorella biomass for fermentable sugars in the presence of HCL and MgCl₂. *Bioresource Technology*,10158-10161.

About the Author

Neethu Elsa Thomas¹, Devika R Balasubramanian¹, Anamika G R¹, Rajeeb Singh¹, A Anjana¹

Department of Integrative Biology
School of Bioscience and Technology
Vellore Institute of Technology, Vellore, Tamil Nadu, India.

Dr Vimala R²

Center for Nanotechnology Research
Vellore Institute of Technology, Vellore, Tamil Nadu, India

Molecular Docking - A Review

Jeethu George

ABSTRACT

Docking methodology aims to predict the experimental binding modes and affinities of small-scale molecules within the binding site of certain receptor targets and is currently used as a standard computational tool mainly in drug design areas for compound optimisation and in virtual screening studies to find novel biologically active molecules. Also it is an attempt to find the best matching between two molecules. The basic tools of a docking methodology include a search algorithm and an energy scoring function for generating and evaluating ligand poses. Molecular docking generates different possible candidate structures, which are ranked and grouped together using scoring function in the software of molecular docking tool. Various computational aspects of molecular docking with respect to its approaches and applications are presented in this article.

INTRODUCTION

Molecular docking is a computational procedure that aims to predict the favored orientation of a ligand to its macromolecular target (receptor), when these are bound to each other to form a stable complex. Although each docking program operates slightly differently, they share common features that involve ligand and receptor, sampling and scoring.

DISCUSSION

The synergistic use of these methodologies has enabled the determination of the 3D structures of many biological macromolecules along with the accurate characterization of their binding site features, such as steric and electrostatic properties. Subsequently, promising compounds are commercially purchased or synthesized, followed by experimental evaluation of potency, affinity, and selectivity against the investigated receptor.

Molecular docking can be divided into two distinct steps: exploration of the ligand conformational space within the binding cavity and estimation of the binding energy for each predicted conformation. It can be performed online of freeware servers using just a web browser or it can be fully parameterized on a virtual machine on a cloud supercomputer for high resolution calculation.

Difficulties in molecular docking are largely due to the high number of degrees of freedom characterizing a protein- ligand system, and this increases the computational cost of the calculations. Thus, several approximations concerning the flexibility states may be introduced in molecular docking experiments. Low energies indicate better, more stable interactions. Docking outcomes can be significantly improved if combined with knowledge from experiment. For example, Glide docking led to improved prediction of binding affinity of nicotinic ligands docked to nicotinic acetylcholine receptors.

CONCLUSION

Docking is a research field on the move. The main direction is away from approximations and towards a holistic description of the binding process. This progress is possible because of the step changes in the available computational power and algorithm innovations. However, there is still a way to go in developing and implementing the underpinning science. Molecular docking gives the promising contributions to identification and optimization of ligand in modern drug discovery. The combination of the chemical information of natural products with docking based virtual screening will play an important role in drug discovery in the post-genomic era. It is an inexpensive, safe and easy to use tool. Limited to the incomplete molecular structure and the shortcomings of the scoring function, current docking applications are not accurate enough to predict the binding affinity. However, we could improve the current molecular docking technique by integrating the big biological data into scoring function.

REFERENCES:

1. Elizabeth Yuriev, Jessica Holien, Paul A. Ramsland. Improvements, trends, and new ideas in molecular docking: 2012- 2013 in review. 2015; 28: 581-604.
2. Ricardo N. Santos, Adriano D Andricopulo, Leonardo L. G. Ferreira. Practices in Molecular Docking and Structure- Based Virtual Screening. 2018; 32.
3. Agarwal S, Mehrotra R. An overview of Molecular Docking. 2016. JSM Chem 4(2): 1024.
4. Jiyu Fan, Ailing Fu, Le Zhang. Progress in molecular docking. 2019, 7(2): 83–89.
5. SergePérez , IgorTvaroška. Carbohydrate–Protein Interactions: Molecular Modeling Insights. 2014, 9-136.
6. Dimitrios Vlachakis. Introduction Chapter: Molecular Docking – Overview, Background, Application and What the Future Holds. 2018. 3.
7. Isabella A. Guedes, Camila S. de Magalhães, Laurent E. Dardenne. Receptor- ligand molecular docking. 2014 Mar; 6(1): 75–87.

About the Author

Jeethu George

M.Sc IV Semester, Department of Chemistry
and Centre for Research
Baselius College, Kottayam

എഴുത്തു വഴിയുടെ കാണാപ്പുറങ്ങൾ തേടിയുള്ള യാത്ര

അനീഷ് എം. ആർ.

സമകാലിക മലയാള സാഹിത്യത്തിൽ തന്റേതായ വ്യക്തിത്വം പ്രകടമാക്കിയ എഴുത്തുകാരിയാണ് കെ. ആർ മീര. സമാനതകളില്ലാത്ത ആഖ്യാന വൈവിധ്യം ആസ്വാദകന് നൽകുന്നത് യാഥാർത്ഥ്യ ബോധങ്ങളുടെ നേർക്കാഴ്ചയാണ്. 2001 ന്റെ മദ്ധ്യഘട്ടം നമുക്ക് സമ്മാനിച്ചത് മൗലികതയാർന്നൊരു അനുഭവാഖ്യാനത്താൽ ഉള്ളൂറപ്പം പേശീബലവും കൊണ്ട് ജീവിതത്തെ അടയാളപ്പെടുത്തിയ കെ.ആർ മീരയെ ആണ്. എഴുത്തുകാരിയുടെ കഥാപാത്രങ്ങളിലൂടെ ഒരു യാത്ര നടത്തുന്നു.

വ്യവസ്ഥാപിതമായ ഒരു എഴുത്തു രീതിയിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്തമായി മനസ്സിന്റെ അകക്കോണുകളെ മുറിവേൽപ്പിക്കുന്ന പ്രതീകങ്ങളെയും ബിംബങ്ങളെയും അരോചകമല്ലാത്ത വിധത്തിൽ അക്ഷരക്കൂട്ടുകളിലൂടെയും വാക്യഘടനകളിലൂടെയും വായനക്കാരിലേക്ക് എത്തിക്കുവാൻ കെ. ആർ മീരയ്ക്ക് കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. ഇതുവരെ പ്രസിദ്ധീകരിക്കപ്പെട്ട കൃതികളിലെ പ്രമേയാവതരണം വ്യത്യസ്തവും നവ്യാനുഭൂതി പകരുന്നതുമാണ്. വായനയ്ക്ക് ശേഷം മീരയുടെ ഓരോ കഥാപാത്രങ്ങളും ഓരോ മുളളുകളായി അനുവാചകന്റെ ഹൃദയത്തിൽ തറയ്ക്കുന്നതായി തോന്നാം. തീവ്രമായ പ്രണയത്തെ ഒരിക്കലും മടുപ്പുള്ളവാകാത്ത രീതിയിൽ ഭാവതീവ്രവും എന്നാൽ യാഥാർത്ഥ്യ ബോധവും ഉൾപ്പെടുത്തി അനുവാചകരിലെത്തിക്കാൻ മീരയ്ക്ക് കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. പ്രണയാവസ്ഥകളെ വേറിട്ട രീതിയിൽ കൈകാര്യം ചെയ്യുമ്പോഴും കഥാപാത്രങ്ങൾക്കേ ധിഷണാപരമായ ഉണർവ് പ്രശംസനീയം തന്നെ. പ്രണയ കഥകളിലെ നായികമാരിലൂടെ പ്രണയത്തെക്കുറിച്ച് സ്ത്രീകൾക്കുള്ള അഭിപ്രായം തുറന്നു പറയാനുള്ള ചങ്കുറ്റം മതിപ്പുള്ളവാക്കുന്നു.

‘മീരാസാധു’ വിലെ തുളസി കവർന്നെടുക്കുന്നത് ഇന്നത്തെ കേരളീയ യുവതികളുടെ നൊമ്പരപ്പെടുത്തുന്ന ഹൃദയങ്ങളെയാണ്. പുരാവൃത്ത പരാമർശങ്ങളാൽ ശ്രദ്ധേയമായ ഈ കൃതി ആസ്വാദകന് സീമാതീതമായി നിലക്കൊള്ളുന്ന ഒരു സൗന്ദര്യാത്മക വസ്തുവാണ്. തുളസിയുടെ പ്രണയത്തെ മാധവനുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തി ധന്യാത്മകരുപകമാക്കി മാറ്റിയെടുത്ത ലഘുനോവലാണ് മീരാസാധു.

നമ്മുടെ കഥാസാഹിത്യത്തിന്റെ യൗവ്വനമായ മീരയുടെ കഥകളിലെ രതിയുഗ അടിയൊഴുക്കുകൾ നിറഞ്ഞു നില്ക്കുന്ന കഥയാണ് ‘ആ മരത്തെയും മറന്ന് മറന്ന് ഞാൻ’ . ഇന്നത്തെ പെണ്ണിന്റെ അവസ്ഥയാണ് ഈ കൃതിയിൽ പങ്കുവയ്ക്കപ്പെടുന്നത്. സൈദ്ധാന്തിക വിലയിരുത്തലുകൾക്കപ്പുറം അനുവാചകന്റെ മനസ്സിനെ രാധിക അസ്വസ്ഥപ്പെടു

ത്തുന്നു. എല്ലാ എഴുത്തു രീതികളെയും അന്യമാക്കിക്കൊണ്ട് നൂതനമായ ഒരു ഘടന യാണിതിൽ പരീക്ഷിക്കപ്പെടുന്നത്.

‘മാലാഖയുടെ മറുകുകൾ’ ഒരു ഓർമ്മപ്പെടുത്തലാണ്. മുൻവിധിയില്ലാതെ വന്നു ചേരുന്ന ബന്ധങ്ങളുടെ തീവ്രതയെ പ്രകടമാക്കുന്നു. ഏയ്ഞ്ചല പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്ന സ്ത്രീത്വം ചില പരുഷമായ യാഥാർത്ഥ്യങ്ങൾ പങ്കുവെയ്ക്കുന്നു. ആൺക്കോയ്മയുടെ അധീശത്വ പ്രവണതയ്ക്ക് ഇരകളാകുന്നവർക്ക് ഒരു മുന്നറിയിപ്പാണിത്, എന്നാൽ സ്വയം തിരിച്ചറിയുന്ന സ്ത്രീകൾക്ക് രക്ഷാ കവചവും. സമൂഹത്തിലെ കാപട്യത്തെ എറിഞ്ഞുടയ്ക്കുന്ന ഭാഷാ പ്രയോഗം പ്രശംസനീയമാണ്.

‘ആത്മബലമുള്ളവർ മാത്രം തുടർന്ന് വായിക്കുക’ എന്ന മുന്നറിയിപ്പുമായി കൃതി എഴുതിയ ആദ്യ വ്യക്തിയാവാം മീര. ‘കരിനീല’ എന്ന നോവലെറ്റ് പ്രണയത്തിന്റെ അഗ്നി ഉരുകിയൊലിക്കുന്ന സ്ത്രൈണതയെ, സ്ത്രീവികാരത്തെ അതിന്റെ പൂർണ്ണതയിലാവിഷ്കരിക്കുന്നു. അപ്രതീക്ഷിതമായി കൃതി അവസാനിക്കുമ്പോൾ ബാക്കിയാവുന്നത് കഥാകാരിയുടെ സർഗ്ഗവൈഭവത്തിന്റെ തുടിപ്പുകളാണ്.

മീരയുടെ കൈയൊപ്പ് ചാർത്തിയ മികച്ച രചനകളിലൊന്നാണ് ‘ആരാച്ചാർ’. കൊൽക്കൊത്തയുടെ പശ്ചാത്തലത്തിൽ രചിച്ച നോവൽ നമുക്ക് മുന്നിൽ തുറന്നു കാട്ടുന്നത് ആരാച്ചാർ കുടുംബത്തിന്റെ ജീവിത വൈരുദ്ധ്യങ്ങളെയാണ്. ചേതന ഗൃദ്ധാ മല്ലിക്ക് എന്ന കഥാപാത്രത്തിലൂടെ വികസിക്കുന്ന കഥാതന്തു ഒരു ചരിത്രാഖ്യായികയുടെ പരിവേഷം നൽകുന്നുണ്ട്. പ്രതികാര ബുദ്ധി ഹൃദയത്തിൽ സൂക്ഷിക്കുന്ന പ്രണയവിവശയായ കഥാനായികയുടെ രൂപഭാവങ്ങൾ അനിതര സാധാരണമായി ആവിഷ്കരിച്ചിരിക്കുന്നു. കൊൽക്കൊത്തയുടെ പഴമയും സാമൂഹ്യ രാഷ്ട്രീയ വ്യവസ്ഥയും ആരാച്ചാർ കുടുംബത്തിന്റെ പാരമ്പര്യവും നോവലിനെ കാലത്തിന്റെ നേർക്കു പിടിച്ചു കണ്ണാടിയാക്കുന്നു.

സാമൂഹ്യവ്യവസ്ഥ നിർണ്ണയിക്കുന്ന പ്രണയ സങ്കല്പങ്ങളെ തകിടം മറിക്കുന്ന പ്രമേയമാണ് ‘യുദാസിന്റെ സുവിശേഷം’. പ്രേമയുടെ പ്രേമത്തിന് അതിരുകളില്ലായിരുന്നു. തന്റെ വ്യക്തി സ്വാതന്ത്ര്യവും സ്വകാര്യ ഇഷ്ടങ്ങളും മറ്റാർക്കും അടിയറ വെയ്ക്കാതെ അവൾ ജീവിച്ചു. ധിക്കാരിയുടെ മുഖമായിരുന്നില്ല അത്, മറിച്ച് ജീവിത കാമനകളുടെ സാക്ഷാത്ക്കാരമായിരുന്നു. മീരയുടെ കഥകളിലെ പ്രണയത്തിന്റെ തീവ്രാവിഷ്കാരത്തിന്റെ ഉത്തമ ദൃഷ്ടാന്തങ്ങളാണ് പ്രേമയും യുദാസും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം. കാലത്തിനു മപ്പുറത്തേ കൊത്തിവെച്ചിരിക്കുന്ന പ്രേമകാവ്യം.

കേരളീയ സമൂഹത്തിന്റെ പൊതു പ്രവണതയാണ് കപട സദാചാരബോധം. മാമുലുകളും മൂല്യങ്ങളും മറുകെപ്പിടിക്കുന്നുവെന്ന് സമൂഹത്തെ തെറ്റിദ്ധരിപ്പിക്കുന്നവർക്ക് നേരെ പ്രഹരമേൽപ്പിക്കുന്ന കഥകളാണ് കമിംഗ് ഔട്ട്, കൃഷ്ണഗാഥ, മോഹമഞ്ഞ എന്നിവ. ‘കമിംഗ് ഔട്ട്’ എന്ന കഥയിൽ സ്വവർഗ്ഗ പ്രണയത്തെ ആദർശവത്കരിക്കുകയല്ല ചെയ്യുന്നത്, മറിച്ച് ലോകത്തിൽ ചില മനുഷ്യ ബന്ധങ്ങൾ ഇങ്ങനെയുമുണ്ടെന്ന് വ്യക്തമാക്കുകയാണ്. കഥയിലെ പ്രധാന കഥാപാത്രമായ സേബ എന്ന സ്ത്രീയ്ക്ക് ഞെട്ടലുണ്ടാക്കാൻ പോന്നതായിരുന്നു ഡേവിഡിന്റെയും ജോണിന്റെയും സ്വവർഗ്ഗാനുരാഗ ചേഷ്ടകൾ. വളരെ സൂക്ഷ്മമായിട്ടാണ് എഴുത്തുകാരി ഈ പ്രമേയം അവതരിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നത്.

ഓരോ കാലഘട്ടവും നിരന്തരം കലഹത്തിലേർപ്പെടുന്ന വിഷയങ്ങളിലൊന്നാണ് സ്ത്രീകൾക്കെതിരെയുള്ള ചൂഷണം. പീഡനത്തിനിരയാകുന്ന ബാല്യകൗമാരങ്ങളുടെ

ജീവിതയാഥാർത്ഥ്യമാണ് 'കൃഷ്ണഗാഥ'യുടെ പ്രമേയം. നെഞ്ചിൽ പൊള്ളലേൽക്കുന്ന വായനാനുഭവമാണ് ഈ കഥയ്ക്കുള്ളത്. ഒരു പകലിന്റെ ദൈർഘ്യത്തിൽ ഒന്നാവുന്ന സ്ത്രീപുരുഷബന്ധം, അതാണ് 'മോഹമഞ്ജരി'. സമൂഹം ഇത്തരം ബന്ധങ്ങളെ വിലയിരുത്തുന്നത് മുൻവിധികളോടെ മാത്രമാണ്. എന്നാൽ ഇന്നിന്റെ ലോകത്ത് മോഹിപ്പിക്കുന്ന മഞ്ജരിയായി, നൊമ്പരമായി ഈ കഥ മാറുന്നു.

മിത്തുകളും പുരാവൃത്തങ്ങളും ഇടകർന്ന കഥാകഥനരീതി മീരയുടെ കഥകൾക്ക് അപൂർവ്വമായ ചാരുത പകരുന്നുണ്ട്. സർപ്പയജ്ഞം, മച്ചകത്തെ തച്ചൻ, ശൂർപ്പണഖ എന്നിവ ഇതിന് നിദർശനങ്ങളാണ്. കളമെഴുത്തും പാട്ടും നാഗാരാധനയും ഉൾപ്പെടുന്ന നമ്മുടെ കാവ് പാരമ്പര്യത്തിന്റെ കാല്പനികഭ്രമം സാഹിത്യകാരന്മാരെ സ്വാധീനിക്കാറുണ്ട്. പാരിസ്ഥിതിക സൗന്ദര്യശാസ്ത്രത്തിന്റെ ഭൂമിക അങ്ങനെയാണ് മലയാളത്തിൽ സജീവമായത്. 'സർപ്പയജ്ഞം' ഒരു സഫലീകരണമാണ്. ഒറ്റപ്പെടുന്നവരുടെ വ്യഥ അവരെ കൊണ്ടുചെന്നെത്തിക്കുന്നത് പ്രകൃതിയിലേയ്ക്കാണ്. കാലാകാലങ്ങളായി അത് നമ്മുടെ മാതൃബിംബം തന്നെയാണ്. എന്നാൽ കഥയിൽ ആരോപിക്കപ്പെടുന്നത് സഹാനുഭൂതിയുടെയും കരുതലിന്റെയും സാന്ത്വനത്തിന്റെയും പങ്കുവെയ്ക്കലിന്റെയും സാന്നിധ്യമാണ്.

പാരമ്പര്യത്തിന്റെ വംശീയവിശുദ്ധി തലമുറകളെ അവരറിയാതെ തന്നെ പിന്തുടരുന്ന മെന്ന് വ്യക്തമാക്കുന്ന കഥയാണ് 'മച്ചകത്തെ തച്ചൻ.' കാലാനുസൃതമായി ഈ അപസർപ്പകഥയ്ക്ക് നൂതന വ്യാഖ്യാനം നൽകി അവതരിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. വ്യത്യസ്ത ജീവിതസംസ്കാരങ്ങളുടെ സമന്വയം അതീവഹൃദ്യമായി ഇഴപാകിയ കഥയാണ് മച്ചകത്തെ തച്ചൻ.

'ശൂർപ്പണഖ' മാതൃത്വത്തിന്റെ വിഹ്വലതകൾ പേരുന്ന നെരിപ്പോടാണ്. സാമൂഹിക പ്രതിബദ്ധതയുടെ പേര് പറഞ്ഞ് അമ്മയുടെ ഇടപെടൽ മറക്കുന്നതിലൂടെ പുത്തൻ മാതൃത്വത്തിനേറ്റ പ്രഹരം. ദുരന്തപര്യവസായി ആയി കഥ പൂർത്തിയാകുമ്പോൾ നാളെയുടെ മാതൃത്വവും തലമുറകളും ചോദ്യം ചെയ്യപ്പെടും. ശൂർപ്പണഖമാർ ഉണ്ടാകുന്ന കാലം വിദൂരമല്ല എന്ന പ്രവചനസ്വരവും ഇവിടെ ധ്വനിക്കുന്നു.

'മരിച്ചവരുടെ കല്യാണം' മൗനനൊമ്പരങ്ങളുടെ യാത്രയാണ്. ഏകാന്തതയുടെ വേപഥുപേരി കഥാപാത്രങ്ങൾ നമ്മോട് സംവദിക്കുന്നു. തിരിച്ചറിപ്പെടാനാവാത്ത വിഹ്വലതകൾ കഥാസ്വാദനത്തിന് ശേഷവും നമ്മെ പിന്തുടരും.

പരുഷമായ യാഥാർത്ഥ്യങ്ങളെ പതിവിന് വിപരീതമായി 'ട്രൈസ്റ്റ്' ലൂടെ പരിചയപ്പെടുത്തുന്നു. കഥയിലെ നായകനായ അനന്തന്റെ ബലഹീനത മനസ്സിൽ കെട്ടുപിണഞ്ഞ് കിടക്കുന്നതാണ്. പ്രതിരോധങ്ങൾ തീർക്കാൻ അശക്തനാവുന്ന ഇടങ്ങളിൽ അപരൻ കൈയേറ്റം നടത്തുന്നത് തന്മയത്വത്തിലൂടെയാണെന്ന് കഥയിലൂടെനീളം പ്രതിപാദിച്ചിരിക്കുന്നു. ഒരു ശരാശരി മലയാളിയിൽ നിന്നും അധികമൊന്നും വളരാത്ത ഈ ട്രൈസ്റ്റ് പരാജിതനാകുന്നിടത്ത് സ്ത്രീത്വം അപഹരിക്കപ്പെടുന്നു. മംഗോളിയും, ആര്യ ദ്രാവിഡ സംസ്കാരവും അവൻ അനുഭവിക്കുന്നു. ട്രൈസ്റ്റ് വെറും ട്രൈസ്റ്റായി അവശേഷിക്കുന്നു.

അന്തഃസംഘർഷങ്ങൾ പെരുകുന്ന ഇക്കാലത്ത് ആരും ആരെയും അറിയാനും മനസ്സിലാക്കാനും ശ്രമിക്കുന്നില്ല. ഈ സാഹചര്യത്തിൽ 'വ്യക്തിപരമായ പൂച്ച' യ്ക്ക് പ്രാധാന്യമേറുന്നു. സ്വന്തം പാതിയെ പോലും അറിയാൻ ആഗ്രഹിക്കാത്ത ഇക്കൂട്ടർക്ക് എല്ലാ കാര്യങ്ങൾക്കും യാത്രനികതയെ കൂട്ട് പിടിക്കാനാണിഷ്ടം. തികച്ചും വ്യക്തിപരമായ കാര്യങ്ങൾ അന്യമായി പോകുമെന്ന് കഥ ഓർമ്മിപ്പിക്കുന്നു.

ഒരു മാധ്യമപ്രവർത്തകയുടെ കൈയാപ്ത പ്രകടമാക്കുന്ന എഴുത്തുകാരിയുടെ തീക്ഷ്ണ മുഖമാണ് 'വാർത്തയുടെ ഗന്ധം' എന്ന കൃതിയിൽ കാണുന്നത്. അനുഭവസമ്പത്തിന്റെ മുശയിൽ വാർത്താടുത്ത കഥ പത്രപ്രവർത്തനത്തിന്റെ നേർക്കാഴ്ച തന്നെയാണ്. 'ഹൃദയം നമ്മെ ആക്രമിക്കുന്നു' എന്ന കഥ പഴമയിലേയ്ക്കുള്ള തിരിച്ചുപോക്കിനെ വ്യഞ്ജിപ്പിക്കുന്നു. അനുദിനം ഉരുളുന്ന കാലചക്രത്തിനിടയിൽ ഇത്തരം തിരിച്ചുപോകൽ സ്വാഭാവികമാണ്. നമ്മുടെ പഴമയും സംസ്കാരവും എത്ര ആധുനികതയുടെ സ്വാധീനമുണ്ടായാലും നമ്മോടൊപ്പമുണ്ടാകും. ഗൃഹാതുരത പേറുന്ന ഈ കാഴ്ചകൾ മീരയുടെ കഥകളിൽ സമ്പന്നമാണ്.

'വാണിഭം' എന്ന കഥ തീക്കനലിന്റെ പൊള്ളലേൽപ്പിക്കും,അതിലുമുപരി വ്രണങ്ങളിൽ നിറുലുണ്ടാക്കും. പരാജിതയാക്കപ്പെട്ട സുകന്യയുടെ ചിന്താധാരകൾ വെറും വൈകാരിക അധഃപതനത്തിന്റെ ബാക്കിപത്രം അല്ല. വീർപ്പമുട്ടുന്ന നാലുചുവരുകളുടെ പകതീർക്കലാണ്. മരവിപ്പിന്റെ സ്ത്രീമനസ്സുകൾ ലോകത്തിൽ ഇരുചെവിയറിയാതെ പുകയുന്നുണ്ട്. മറ്റൊരു സ്ഫോടനത്തിനായി.

'ആവേ മരിയ' ഒരു ജീവിതസംസ്കാരമാണ്. ക്രിസ്തീയ കുടുംബത്തിന്റെ ഇതിവൃത്തത്തിൽ ഇതൾ വിരിയുന്ന കഥ ഒരു ശരാശരി മലയാളിയെ കുത്തിനോവിക്കും. ഇമ്മാനുവേലിന്റെ ജീവിതം പ്രശ്നമുഖരിതവും പ്രകമ്പനം നിറഞ്ഞതുമായിരുന്നു. സാധാരണമായ കഥ അസാധാരണമായ വഴക്കത്തോടെ എഴുത്തുകാരി കോർത്തിണക്കുന്നു. ഒരുപാട് മറിയമാർ നിശബ്ദമായി കരഞ്ഞ് കാത്തിരിക്കുന്ന ഒരു കാലഘട്ടത്തിലാണ് ആവേ മരിയ നമ്മെ കൊണ്ട് ചെന്നെത്തിക്കുന്നത്.

കഥകളിൽ പുതുമ ദീക്ഷിക്കുന്ന എഴുത്തുകാരിയുടെ സാമൂഹ്യപ്രതിബദ്ധത പ്രകടമാക്കുന്ന കഥയാണ് 'ഓർമ്മയുടെ ഞരമ്പ്'. വൃദ്ധരുടെ അവസ്ഥാന്തരങ്ങൾ എക്കാലവും കഥകൾക്ക് വിഷയമായിട്ടുണ്ട്. മീരയുടെ ഈ കഥ നമ്മോട് സംവദിക്കുന്നത് പാരമ്പര്യത്തിന്റെ പച്ചത്തൈലമുളിപ്പിച്ചതാണ്. തലമുറകൾ തമ്മിലുള്ള അന്തരത്തിന്റെ അതിർവരമ്പുകളെ അപ്രസക്തമാക്കി കഥയിലെ വൃദ്ധ, പെൺകുട്ടിയ്ക്ക് കൈമാറുന്നത് ഞരമ്പിന്റെ സത്യങ്ങളാണ്. കാലമിനിയും വായിച്ചെടുക്കാൻ മുതിരാത്ത സത്യങ്ങൾ.

ഉപരിപ്ലവമായ ഒരു വായനയ്ക്ക് മാത്രം ഉതകുന്നതല്ല മീരയുടെ കഥകളേറെയും. രണ്ടോ മൂന്നോ ആവർത്തി വായിച്ച് കഴിയുമ്പോൾ കഥാപാത്രങ്ങളോരോന്നും മുൻപിലെത്തി തങ്ങളുടെ ഭാഗങ്ങൾ പറയുന്ന ഒരു വായനാനുഭൂതി നൽകാൻ മീരയ്ക്ക് കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. നാളിതുവരെ പലരും അടക്കത്തിൽ പറഞ്ഞ പല വസ്തുതകളും സാമൂഹിക വ്യവസ്ഥയുടെ ചട്ടക്കൂടിൽ നിന്നുകൊണ്ട് സദൈര്യം ആവിഷ്കരിക്കുവാനുള്ള എഴുത്തുകാരിയുടെ ആർജ്ജവം പ്രശംസനീയമാണ്. പത്രപ്രവർത്തനത്തിന്റെ അനുഭവങ്ങൾ ഇതിന് സഹായമായതാവാം. കൃതിയെ അനുവാചകന്റെ വായനയ്ക്ക് മുൻപേയുള്ള 'ജഡ്ജ്മെന്റ്' ന് വിട്ടുകൊടുക്കാതെ അപ്രതീക്ഷിതമായ 'എൻഡിംഗ്' ലേയ്ക്ക് കൊണ്ടുപോകുവാൻ മീരയ്ക്ക് കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. പുസ്തകപരിചയം, വായന എന്നിവയുള്ളവർക്കിടയിൽ ബുദ്ധിപരമായ ചർച്ചയ്ക്ക് തന്റേതായ ഒരിടം കണ്ടെത്താൻ കഥാകാരിയ്ക്കും അവർ ജീവനേകിയ കഥാപാത്രങ്ങൾക്കും സാധിച്ചിട്ടുണ്ട്. കൃതി കൈയിൽ കിട്ടിയാലുടൻ വായിച്ച് തീർക്കാനുള്ള ആഗ്രഹം അനുവാചകനിൽ ഉളവാക്കുന്ന ഏതോ ഒരു മാസ് മരികപ്രയോഗം മീര എല്ലാ കഥകളിലും സന്നിവേശിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ട്. ആഖ്യാന രീതിയിലുള്ള വ്യത്യസ്ത ,സ്വതന്ത്രശൈലി, അനുവാചകന്റെ 'പൾസ്' അറിഞ്ഞുള്ള കഥപറച്ചിൽ എന്നി

ങ്ങനെ അവയെ വർഗ്ഗീകരിക്കാം. പണ്ടങ്ങോ വായിച്ച് മരണ കഥകളിലെയോ നോവലുകളിലെയോ കഥാപാത്രങ്ങളൊന്നും മീരയുടെ കഥകളിൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നില്ല. മീരയുടെ കഥാപാത്രങ്ങൾ മീരയുടേത് മാത്രം. വായനയ്ക്ക് ശേഷവും പല കഥാപാത്രങ്ങളും മനസ്സിനെ മുറിവേല്പിച്ചു കൊണ്ടേയിരിക്കും. ഇവിടെയാണ് കഥാകാരിയുടെ വിജയം. കഥാപാത്രങ്ങളുടെ പൂർണ്ണത.

വർത്തമാന ജീവിതസാഹചര്യങ്ങൾ ആഖ്യാനവൈവിധ്യത്താൽ മീര രചനകളിൽ ഹൃദ്യമായി ആവിഷ്കരിച്ചിരിക്കുന്നു. മാറി വരുന്ന സാമൂഹ്യാവസ്ഥയിൽ സ്ത്രീകളുടെ സാമൂഹിക ജീവിതാവസ്ഥകൾ കാലത്തോട് എങ്ങനെ കലഹിക്കുന്നുവെന്ന് കൃതികളിലൂടെ വേർതിരിച്ചെടുക്കാനാവും. പാരമ്പര്യം, പ്രണയം, മാതൃത്വം, ഏകാന്തത, മതം, പുത്തൻ ജീവിത സാഹചര്യങ്ങൾ എന്നിവയെല്ലാം കഥകളിലെ ഇതിവൃത്തങ്ങളായി കടന്ന് വരുന്നു. കഥാപാത്രങ്ങളുടെ ഭാഷാരീതി അവരുടെ ഭാവങ്ങളുമായി താദാത്മ്യം പ്രാപിച്ചിരിക്കുന്നു.

തന്റെ കൃതികൾ സൈദ്ധാന്തികതലങ്ങളെ ഉയർത്തിക്കാണിക്കുന്നുവെന്ന് വരുത്തുന്ന രീതിയിൽ മീര ഒന്നും തന്നെ സൃഷ്ടിക്കുന്നില്ല. ഈ നിലപാട് വെച്ച് നോക്കിയാൽ മീരയുടെ രചനകൾ ഒരു ശരാശരി വായനക്കാരനെയും ബുദ്ധിജീവിയെയും ഒരുപോലെ പിടിച്ചിരുത്തും. നവസ്വത്വനിർമ്മാണം ലക്ഷ്യമാക്കിയുള്ളതല്ല മീരയുടെ കൃതികളൊന്നും. തന്റെയുള്ളിൽ കിടന്ന് വേവുന്ന കഥാബീജത്തെ പുറത്ത് കൊണ്ടുവരിക മാത്രമാണ് കഥാകാരി ചെയ്തിട്ടുള്ളത്. പെണ്ണുഴുത്തിന്റെയോ ഫെമിനിസ്റ്റ് കാഴ്ചപ്പാടിന്റെയോ തലത്തിൽ നിന്നുകൊണ്ട് മാത്രം കാണേണ്ട ഒന്നല്ല മീരയുടെ രചനകൾ. ഇത്തരത്തിൽ മാത്രം കൃതികളെ വിലയിരുത്തുമ്പോൾ മീരയുടെ കഥകളിൽ ആവിഷ്കരിക്കുന്ന പൊതുധാരണകളെ കാണാൻ കഴിയാതാവും.

സഹായഗ്രന്ഥങ്ങൾ

- 1.മാലാഖയുടെ മറുകുകൾ
- 2.മരിച്ചവളുടെ കല്യാണം
- 3.ടെററിസ്റ്റ്
- 4.ആരാച്ചാർ
- 5.ആ മരത്തെയും മറന്ന് മറന്ന് ഞാൻ
- 6.കരിനീല
- 7.വാർത്തയുടെ ഗന്ധം
- 8.വാണിഭം
- 9.ആവേ മരിയ
- 10.മീരാസാധു
- 11.യൂദാസിന്റെ സുവിശേഷം
- 12.കമിംഗ് ഔട്ട്
- 13.കൃഷ്ണഗാഥ

- 14.മോഹമത്ത
- 15.ശൂർപ്പണഖ
- 16.സർപ്പയജ്ഞം
- 17.മച്ചകത്തെ തച്ചൻ
- 18.ഓർമ്മയുടെ ഞരമ്പ്
- 19.വ്യക്തിപരമായ പൂച്ച
- 20.ഹൃദയം നമ്മെ ആക്രമിക്കുന്നു

Anish M. R,
Guest Lecturer,
Department of Political Science,
Baselius College, Kottayam

മലയാളത്തിലെ വിമർശകത്വം

പ്രൊഫ. ജോജി മാടപ്പാട്

മലയാളവിമർശനം സർഗാത്മകതയുടെ പരിമളം ഉൾക്കൊണ്ടത് കുട്ടികൃഷ്ണമാരാരിലൂടെയും ജോസഫ് മുണ്ടശ്ശേരിയിലൂടെയും എം.പി. പോളിലൂടെയുമാണ് മലയാളവിമർശനത്തിന് അസാധാരണമായ ആന്തരഗൗരവവും ലാവണ്യവും ഇവരിലൂടെ സംജാതമായി. വിമർശനം മലയാളത്തിലെ മറ്റേതു ശാഖയ്ക്കും സമസ്കന്ധമായിത്തീർന്നത് ഇവരിലൂടെയാണ്. സാഹിത്യത്തിന്റെ വിവിധ രംഗങ്ങളിലുണ്ടായ പുരോഗതി വിമർശനവികാസത്തിന് അനുകൂലവുമായി.

ഒരു വിമർശകപ്രതിഭയുടെ തിളക്കം മലയാളം ശരിക്കും അറിഞ്ഞത് കുട്ടികൃഷ്ണമാരാരുടെ വിമർശനങ്ങളിലാണ്. സാഹിത്യം ജീവിതപുരോഗതിക്കുതകണം എന്നു മാരാർ ഉറപ്പിച്ചു പറഞ്ഞു. പക്ഷേ മാരാരുടെ ജീവിതപുരോഗതി ലൗകിക അഭിവൃദ്ധിയിലും സാമൂഹികവിപ്ലവത്തിലും ഒതുങ്ങിയതല്ല. ആത്മീയമായ ഐശ്വര്യമായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിന്റെ ലക്ഷ്യം. സാഹിത്യത്തിന്റെ ലക്ഷ്യം മനഃസംസ്കരണമാണെന്നും ആസ്വാദകന്റെ അന്തഃകരണവൃത്തികളിൽ സർവ്വ പ്രകാരേണയുള്ള ശുദ്ധീകർമ്മം നടത്തലാണെന്നും അദ്ദേഹം വാദിച്ചു. സാഹിത്യത്തെ സംബന്ധിച്ച് ഇത്തരമൊരു കാഴ്ചപ്പാടു പുലർത്തിയ മാരാർ പക്ഷേ, കലാംശത്തെ വിഗണിക്കുന്നില്ല. മാരാർ എഴുതി:- “കവി കവിതയിൽ കലാംശത്തിലെ കലാകാരനാകേണ്ടു - മുക്കാലംശത്തിലും മനുഷ്യയാൽക്കർഷത്തിന്റെ ചിഹ്നമായിരിക്കുകയാണ് വേണ്ടത്”.¹

സാഹിത്യവിമർശനത്തിൽ വിഗ്രഹധാസനം മാരാർപ്പോലെ നടത്തിയവർ ചുരുക്കമാണ്. കെട്ടപ്പെട്ട മൂല്യങ്ങളെയെല്ലാം അഴിച്ചുപരിശോധിക്കാനുള്ള വ്യഗ്രത മാരാർക്ക് ആരംഭം മുതലേ യുണ്ടായിരുന്നു. ഏ.ആറിന്റെ ഭാഷാഭൂഷണത്തിലെ ചില ഭാഗങ്ങളോട് എതിർപ്പു പ്രകടിപ്പിച്ച് ധിക്കാരിയുടെ പരിവേഷത്തോടെയാണ് മാരാർ വിമർശനരംഗത്തു പ്രവേശിച്ചതുതന്നെ. സംസ്കൃത ചിട്ടയിൽ വിദ്യാഭ്യാസം കിട്ടിയ മാരാർക്ക് വിഗ്രഹഭഞ്ജനത്തിനു ശക്തി നല്കിയത് നൈസർഗികമായ സ്വതന്ത്രദർശനമായിരുന്നു. കടുകിടവിട്ടുവീഴ്ചയില്ലാത്ത സ്വതന്ത്രദർശനം മാരാർ നിർഭയനായ വിഗ്രഹധാസകനും സത്യദർശനതത്പരനുമായി. താൻ വിദ്യകൊണ്ടും ചിന്തകൊണ്ടും കടപ്പെട്ടുപോയ സംസ്കൃതസാഹിത്യത്തോടും ഇക്കാര്യത്തിൽ മാരാർ വിട്ടു വീഴ്ച കാണിച്ചില്ല. സംസ്കൃതസാഹിത്യത്തിലെ വിമർശനരീതിയുടെ ദൗർബല്യവും പരിമിതിയും തുറന്നുകാട്ടാനുള്ള നെഞ്ഞുക്ക് മാരാർ കാണിച്ചു. ഒരു കലാകൃതിയുടെ ആസ്വാദനത്തിന്റെയും അഭിപ്രായത്തിന്റെയും ആവിഷ്കരണമാണ് വിമർശനമെങ്കിൽ സംസ്കൃതത്തിൽ വിമർശനമേയി

ല്ലെന്നു മാരാർ പറഞ്ഞു. മരങ്ങളിന്മേൽ ശ്രദ്ധിച്ച സംസ്കൃതക്കാർക്ക് കാടിന്മേൽ ശ്രദ്ധിക്കാനായില്ലെന്നദ്ദേഹം തുറന്നടിച്ചു. ഇതിഹാസങ്ങളും സംസ്കൃതത്തിലെ മഹത്തായ കാവ്യങ്ങളും മാരാരുടെ ശ്രദ്ധയ്ക്കു പാത്രമായി. എന്നാൽ സ്വന്തം ആത്മാവിന്റെ നിബന്ധനകൾക്കു വിധേയമാക്കി മാത്രമാണ് അവയെയും വിലയിരുത്തിയത്. മൗലികമായൊരു ശൈലി യിൽ പുരാണേതിഹാസങ്ങളുടെ വിസ്തൃതലോകത്തിലേക്ക് മാരാർ ഊളിയിട്ടറങ്ങി. ആ കൃതികളെയും അതിലെ കഥാപാത്രങ്ങളെയും പറ്റി നിലവിലിരുന്ന ധാരണകളിൽ പ്രകമ്പനമുളവാക്കിക്കൊണ്ട് മൂല്യനിർണ്ണയം നടത്തി.

മാരാർ പാരമ്പര്യത്തെ അന്ധമായി എതിർത്തു എന്ന് ഇപ്പറഞ്ഞതിനർത്ഥമില്ല. ഭാരതീയ പൈതൃകത്തിന്റെ സത്തയെ ആത്മസാൽക്കരിച്ച മനീഷിയായിരുന്നു അദ്ദേഹം. തന്റെ ബുദ്ധി കൊണ്ട് അവയെ രാസപരിശോധന ചെയ്ത് ചില്ലയും പടർപ്പും വകഞ്ഞു മാറ്റി എന്നു മാത്രം. നമ്മുടെ പാരമ്പര്യത്തിലുള്ളതേ കൊള്ളൂ, അന്യനാടുകളിലുള്ളവ എത്ര കേമമായാലും പാരമ്പര്യത്തിനു രുചിക്കില്ല എന്ന ദൃശ്ശാന്തമൊന്നും മാരാർക്കില്ലായിരുന്നു. എവിടെ നിന്നു നന്മ വന്നാലും ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ഭാരതീയദർശനം അദ്ദേഹത്തിൽ ഒളിവിശിയിരുന്നു. ഭാരതീയപാരമ്പര്യക്കാർക്കു പാശ്ചാത്യരോടും അവർക്കു തിരിച്ചുമുള്ള അവജ്ഞയെ മാരാർ കുറ്റപ്പെടുത്തി. പാശ്ചാത്യ പൗരസ്ത്യ സാഹിത്യമീമാംസകൾ പരസ്പരം പഴിച്ച് അകലുകയല്ല അടുക്കുകയാണ് വേണ്ടതെന്ന് മാരാർ പറഞ്ഞു. പാശ്ചാത്യപൗരസ്ത്യ സാഹിത്യങ്ങളിലെ ചില്ലറ പരിമിതികളെ ആയുധമാക്കി യുദ്ധം വെട്ടാനല്ല, ഒന്നിന്റെ പരിമിതിയോടു മറ്റൊന്നിന്റെ മികവ് അനുരഞ്ജിപ്പിച്ച് ശ്രേഷ്ഠത വരുത്താനാണ് അദ്ദേഹം ആവശ്യപ്പെട്ടത്. ആംഗലഭാഷാഭിജ്ഞത കാരണം ഈ വഴിക്കു കാര്യമായൊന്നും ചെയ്യാൻ കഴിഞ്ഞില്ലെങ്കിലും അതിന്റെ അനിവാര്യതയെപ്പറ്റി അദ്ദേഹം ഊന്നിപ്പറഞ്ഞു. അക്കാലത്തെ ഒരു സംസ്കൃതപണ്ഡിതിനിൽനിന്ന് ഇത്രയേറെ പുരോഗമന പരമായ അഭിപ്രായം പുറപ്പെടുമായിരുന്നില്ല. മാരാരുടെ അസാധാരണമായ ഉൾക്കാഴ്ചയുടെ ഫലമാണിത്.

മഹാഭാരതത്തിലൂടെ മാരാരുടെ ആത്മാവു നടത്തുന്ന തീർത്ഥയാത്രയാണ് ഭാരതപര്യടനം. വ്യാസകാവ്യത്തിന്റെ ഉള്ളറകളിലേക്ക് ഇത്ര സർഗ്ഗാത്മകമായി കടന്നുകയറാൻ മലയാളത്തിൽ മറ്റാർക്കും കഴിഞ്ഞിട്ടില്ല. യുക്തിയുടെ വ്യക്തതയുമായി ഭാരതത്തിലെ കഥാപാത്രങ്ങളുടെ ഹൃദയത്തിലേക്ക് പ്രവേശിക്കുകയാണ് വിമർശകൻ. യുക്തിദർശന പരമായ പക്ഷപാതവും സർഗാത്മകതയും അതിസാന്ദ്രമായി ഈ കൃതിയിൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നു.

മാരാരുടെ കലാഹൃദയവും കാവ്യഹൃദയവും വിമർശഹൃദയവും ഉദ്ഗ്രഥിതമായി മേഘ സന്ദേശവിമർശനത്തിൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നു. മേഘസന്ദേശത്തിലെ മേഘത്തെ പുതിയൊരു പരിപ്രേക്ഷ്യത്തിൽ വിലയിരുത്തുന്ന പ്രസ്തുത പഠനം സർഗാത്മകതയുടെ ഉദാത്ത സൃഷ്ടിയാണ്. മേഘസന്ദേശത്തിന്റെ സമഗ്രലാവണ്യം നിർദ്ധാരണം ചെയ്യുന്നതിൽ സംസ്കൃത സാഹിത്യ വിമർശകർ പോലും അടിപതറിയിട്ടുണ്ട്. അത്തരമൊരു കാവ്യത്തെ പ്രാമാണികതയോടെ വിലയിരുത്തിയെന്നത് ഈ മലയാളവിമർശകന്റെ ഗണ്യമായൊരു നേട്ടമാണ്.

ഹാസ്യത്തെപ്പറ്റിയുള്ള മാരാരുടെ നിരീക്ഷണം അപൂർവ്വകോടിയിൽപ്പെടുന്നു. കുഞ്ചൻ നമ്പ്യാരുടെ ഹാസ്യത്തെ സംസ്കാരലോപത്തിന്റെ ചിഹ്നമായിട്ടാണ് മാരാർ കാണുന്നത്. ജ്ഞി കവികൾ പുരാണേതിഹാസങ്ങളിൽ നിക്ഷേപിച്ച സംസ്കാരസ്വത്ത് പിൽക്കാല

കവികൾ മിക്കവരും ചോർത്തിക്കളഞ്ഞുവെന്ന നിലപാടാണ് മാരാർക്കുള്ളത്. വേറിട്ടു ചിന്തിക്കാനുള്ള മാരാരുടെ കഴിവാൻ ഇത്തരം നിരീക്ഷണം വെളിപ്പെടുത്തുക. ഏതു വിഷയം പരാമർശിക്കുമ്പോഴും പുതുതായി എന്തെങ്കിലും പറയാൻ കഴിയുന്ന വിമർശനസിദ്ധി അദ്ദേഹത്തിനുണ്ടായിരുന്നു. മാരാർവിമർശനത്തിലെ സർഗാത്മകത അവിടെയാണ് കണ്ടറിയേണ്ടത്.

മാരാരുടെ സാഹിത്യവിമർശനത്തെ ശ്രദ്ധേയമാക്കുന്ന മുഖ്യഘടകം യുക്തിയാണ്. മലയാള വിമർശനം യുക്തിയുടെ ശക്തിയറിയുന്നത് മാരാരിലൂടെയാണ്. സാഹിത്യകൃതിയുടെ അകക്കാമ്പിലേക്ക് മാരാർ കടക്കുന്നത് യുക്തിവിശകലനത്തിലൂടെയാണ്. കൃതിയെപ്പറ്റിയുള്ള സ്വന്തം നിലപാട് ആവിഷ്കരിക്കുന്നിടത്ത് മാരാരുടെ യുക്തിചിന്ത പരമാവധിയിൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നു. ഇതിഹാസത്തിലെ കഥാപാത്രങ്ങളുടെ വലുപ്പംപോലും തന്റെ യുക്തിബോധംകൊണ്ട് അളന്നു നോക്കിയാണ് മാരാർ നിർണ്ണയിച്ചിട്ടുള്ളത്. ഭക്തിയല്ല, യുക്തിവിചിന്തനങ്ങളാണ് ഇതിഹാസ പഠനങ്ങളിലെല്ലാം തെളിയുക.

ഒരു കൃതിയെപ്പറ്റിയുള്ള സൗന്ദര്യാത്മക പക്ഷപാതത്തിന്റെ ആവിഷ്കാരമാണ് മൗലികമായി മാരാരുടെ വിമർശനം. മാരാർക്കുണ്ടായിരുന്ന പക്ഷപാതമാകട്ടെ ഇതിഹാസമൂല്യങ്ങളിലും ദർശനങ്ങളിലും അധിഷ്ഠിതമായിരുന്നു. മാരാർ തന്റെ വിമർശനബുദ്ധി മുഖ്യമായി വ്യാപരിച്ചത് ഇതിഹാസങ്ങളിലേക്കും സംസ്കൃതകാവ്യങ്ങളിലേക്കുമാണ്. കുട്ടികൃഷ്ണമാരാരുടെ വിമർശനം ഏറിയകൂറും മലയാളകൃതികളെക്കുറിച്ചല്ല എന്നതു ശ്രദ്ധേയമാണ്. ഗിരിശിഖരങ്ങൾ നോക്കി നടന്ന അദ്ദേഹം ചെറിയ കുറുപ്പും മേടുകളും കാണാതെപോയി. കാളിദാസകൃതികളിലും ഇതിഹാസകർത്താക്കളായ ഋഷികളിലും ഉറച്ചുനിന്ന് സാഹിത്യദർശനം രൂപപ്പെടുത്തിയ മാരാർ മഹത്തെന്നു വിശേഷിപ്പിക്കുന്നത് വിരളമായേ സമകാലസാഹിത്യത്തിൽ കണ്ടുള്ളൂ. പത്തരമാറ്റിൽ താണവയെ തള്ളിക്കളയാൻ പ്രേരിപ്പിക്കുന്ന മൂല്യസങ്കല്പങ്ങളും പത്തരമാറ്റ് എന്ന മഹത്വകല്പനയിൽതന്നെ സ്വന്തം മാനദണ്ഡങ്ങളും അദ്ദേഹത്തിനുണ്ടായിരുന്നു. ഇതിഹാസങ്ങളെയും നോവലുകളെയും ഭാവഗാനങ്ങളെയും അവയുടെ വ്യത്യസ്ത തനിമയിൽ നോക്കിക്കാണാനും മാരാർക്കു കഴിഞ്ഞില്ല.

മലയാളവിമർശനത്തിന് അപൂർവ്വലാവണ്യം തുളുമ്പുന്ന ഒരു ശൈലി സംഭാവന ചെയ്യാൻ മാരാർക്കു കഴിഞ്ഞുവെന്നത് എടുത്തു പറയേണ്ടതാണ്. മലയാളഭാഷയുടെ ശക്തിയും സൗന്ദര്യവും എത്ര ഉദാത്തമെന്നതിന് മാരാരുടെ രചനകൾ സാക്ഷ്യം വഹിക്കുന്നു. മാരാർ ശൈലിപോലെ ലാളിത്യവും വ്യക്തതയും ഗൗരവവും തുളുമ്പുന്ന ഒന്ന് മാരാർക്കു മുമ്പോ പിമ്പോ ഉണ്ടായിട്ടില്ല. വാക്കും അർത്ഥവും എങ്ങനെ ഇണങ്ങി ചേരണമെന്ന് മാരാരുടെ ഓരോ രചനയും നമുക്കു പറഞ്ഞുതരുന്നു. യുക്തി കാതലായി നിലകൊള്ളുന്നു, നർമ്മബോധവും ചാരുതയും ഗൗരവവും നിറഞ്ഞ ആ ശൈലി മാരാർവിമർശനത്തിന് പ്രാണബലം നൽകുന്നു.

മലയാളസാഹിത്യവിമർശനത്തിൽ സിദ്ധിയുടെയും സാധനയുടെയും അപൂർവ്വമേളനമായിരുന്നു കുട്ടികൃഷ്ണമാരാർ. ചിന്തയിലും ശൈലിയിലും മലയാളവിമർശനം കൊടുമുടി കയറിയത് മാരാരിലൂടെയാണ്. മലയാളത്തിലെ ഏതൊരു കവിയോടും കിടപിടിക്കാൻ സാഹിത്യവിമർശകനു കഴിയുമെന്ന് മാരാർ കാട്ടിക്കൊടുത്തു. കവിയെക്കാൾ വലിയവനാണു വിമർശകനെന്ന തോന്നലും മാരാർ നമ്മിൽ ഉണർത്തുന്നു.

സർഗ്ഗാത്മക വിമർശനത്തെ മറ്റൊരു അതികായനായിരുന്നു ജോസഫ് മുണ്ടശ്ശേരി. പാശ്ചാത്യപൗരസ്ത്യ സാഹിത്യസമന്വയത്തിനും താരതമ്യപഠനത്തിനും അനുകാര്യമായ ചില പീഠികകൾ അദ്ദേഹം തീർത്തു. സാഹിത്യവും ജീവിതവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തിൽ ഊന്നി നിന്ന് സംസാരിക്കുകയും സാഹിത്യത്തെ ജനകീയമാക്കാൻ യത്നിക്കുകയും ചെയ്തു. കല എന്താണ്? ആർക്കുവേണ്ടിയാണ്? എന്നതു സംബന്ധിച്ച് ചില ദൃഢവിസ്മയാസങ്ങളുമായാണ് അദ്ദേഹം ഇറങ്ങിത്തിരിച്ചത്.⁴ പുരോഗമനചിന്തകൻ, തീഷ്ണത നിറഞ്ഞ എഴുത്തുകാരൻ, പ്രഭാഷകൻ എന്നീ നിലകളിൽ ആധുനിക മലയാളസാഹിത്യത്തിലുള്ള അദ്ദേഹത്തിന്റെ സ്വാധീനം സുപ്രധാനമാണ്.

സാഹിത്യത്തിനു ജീവിതവുമായുള്ള ഗാഢബന്ധത്തെപ്പറ്റി പുരാതനകാലം മുതൽതന്നെ സാഹിത്യചിന്തകർ എടുത്തുപറഞ്ഞിരുന്നു. നാഭീനാളബന്ധമാണതെന്നും മണ്ണും മൂലവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധംപോലെയാണെന്നുമൊക്കെ അഭിമതങ്ങൾ ഉണ്ടായിട്ടുണ്ട്. മലയാളസാഹിത്യത്തിൽ ഈ വീക്ഷണത്തിനു വേരുറപ്പു നൽകിയത് മുണ്ടശ്ശേരിയാണ്. വെറും ജീവിതം പോരാ, സംഘട്ടനാത്മകമായ ജീവിതത്തെ സാഹിത്യകാരൻ ആവിഷ്കരിക്കണമെന്ന് അദ്ദേഹം സിദ്ധാന്തിച്ചു. ജീവിതത്തെ നാടകീയമാക്കി അവതരിപ്പിക്കണമെന്നും അഭിപ്രായപ്പെട്ടു. നാടകാന്തം കവിത്വം എന്ന ദർശനത്തിന് അദ്ദേഹം പുതിയൊരു അർത്ഥവ്യാപ്തിയും കൊടുത്തു. നാടകീയതയെ അതിന്റെ പരമാവധിയിൽ അവതരിപ്പിക്കലാണ് കവിത്വം എന്നതായിരുന്നു മുണ്ടശ്ശേരിയുടെ വ്യാഖ്യാനം. അദ്ദേഹം എഴുതി: “ഏതു കൃതിയും സംഘട്ടനാത്മകമായ ജീവിതത്തെ പ്രതിപാദിക്കുന്നതാകണം. വിഷയം ജീവിതമല്ലാതായോ നാടകീയ ആവിഷ്കരണത്തിനു പിന്നെ പ്രസക്തിയേ ഇല്ല”. കാണാൻ കൊള്ളാവുന്ന ജീവിതം ആവിഷ്കരിക്കുന്ന ഏതു രൂപമാതൃകയും വിജയിക്കുമെന്നാണ് മുണ്ടശ്ശേരിയുടെ പക്ഷം. കാലഘട്ടത്തിന്റെയും സാമൂഹിക പരിസ്ഥിതിയുടെയും ഉൽപന്നമാണ് ഓരോ സാഹിത്യകൃതിയുമെന്ന സാമൂഹികശാസ്ത്രാധിഷ്ഠിത വിമർശകരുടെ ആശയഗതി മുണ്ടശ്ശേരിയെ കാര്യമായി സ്വാധീനിച്ചിരുന്നു. ഹിപ്പോലൈറ്റ് ടെയിനായിരുന്നു ഈ ചിന്താഗതിയിൽ അധിഷ്ഠിതമായ വിമർശകരുടെ പരമാചാര്യൻ.

മുൻഗാമികളിൽ നിന്നും വ്യതിരിക്തമായ പല ആവിഷ്കരണ സവിശേഷതകളും മുണ്ടശ്ശേരി വിമർശനത്തിൽ സ്വീകരിച്ചു. വിമർശിക്കുന്ന കൃതിയുടെ ഉള്ളടക്കമോ ആശയമോ സംഗ്രഹിച്ചു പ്രതിപാദിക്കുന്നതിൽ അദ്ദേഹം നിഷ്ണാതനായിരുന്നു. കൃതിയുടെ ഇതിവൃത്തത്തോടും ആശയതലത്തോടുമൊപ്പം വിമർശകന്റെ ആസ്വാദനവും വിലയിരുത്തലും കൂട്ടി വായിക്കാൻ ഈ രീതി വായനക്കാർക്കു വഴിതുറന്നു. വിമർശിക്കുന്ന കൃതിയെ സംക്ഷേപിച്ച് പ്രതിപാദിക്കുന്നതിൽ മുണ്ടശ്ശേരിക്കു മൗലികസ്പർശമുള്ള ഒരു രീതിയുമുണ്ടായിരുന്നു. അവസാനം വിട്ടുവീഴ്ചയില്ലാത്ത സ്വന്തം കാഴ്ചപ്പാടുകൾ നിരത്തി നീക്കുപോക്കില്ലാതെ വിധി നിർണ്ണയം മനുഷ്യന്റെ ഉത്തമരൂചികളെ പ്രീണിപ്പിക്കേണ്ട സാഹിത്യാദികലകളുടെ മൗലിക തത്വങ്ങൾ എവിടെയും ഒന്നാണെന്ന ദർശനപീഠത്തിൽ നിന്നുകൊണ്ട് പാശ്ചാത്യപൗരസ്ത്യ സാഹിത്യതത്വങ്ങളെ സമന്വയിപ്പിക്കുന്ന കാവ്യപീഠിക മുണ്ടശ്ശേരിയുടെ അന്വേഷണപരമായ പ്രതിഭയുടെ സംഭാവനയാണ്. കലയെ കലയാക്കുന്ന സാമാന്യതത്വങ്ങൾ ഏതു ദേശത്തും ഒന്നായിരിക്കുമെന്ന വീക്ഷണമാണ് അതിൽ ഇതൾ വിരിയുക. ഭരതനും ആനന്ദവർദ്ധനനും കോളറിഡ്ജുമൊന്നും പരസ്പരനിഷേധികളായ സിദ്ധാന്തങ്ങളല്ല അവതരിപ്പിച്ചതെന്ന അതിലെ കണ്ടെത്തൽ മലയാളിയെ സംബന്ധിച്ച് അത്യന്തം പുതുതായിരുന്നു.

വിമർശകന്റെ ആത്മവത്ത മുണ്ടശ്ശേരിയുടെ പ്രധാന വിമർശനങ്ങളിലെല്ലാം പ്രകടമാകുന്നുണ്ട്. കവിമനസ്സിൽനിന്ന് അനുവാചകമനസ്സിലേക്ക് നേരിട്ട് സംക്രമിക്കാൻ ശക്തിയുള്ള വ്യംഗ്യ വിശിഷ്ടമായ കവിതയ്ക്ക് മുണ്ടശ്ശേരി മഹിമ കല്പിച്ചു. കാല്പനിക ശൈലിയിൽ ജീവസ്സുറ്റ കാവ്യങ്ങൾ രചിച്ചു പുതിയ കാവ്യസൃഷ്ടി നടത്തിയത് ആശാനാണെന്നതിൽ മുണ്ടശ്ശേരിക്കു സംശയമേയില്ല. വള്ളത്തോൾകവിതയിൽ ഒത്ത കാല്പനികകവിതയുടെ അഗാധത മുണ്ടശ്ശേരി കാണുന്നില്ല. സംസ്കൃതസമ്പത്ത് അധികമായി നേടിത്തന്നതിന്റെ പേരിലാണ് ഉള്ളൂരിനെ ആദരിക്കേണ്ടതെന്ന നിലപാടാണ് മുണ്ടശ്ശേരിക്കുള്ളത്. ഭാഷയിലും അലങ്കാരത്തിലും ഉള്ളൂരിനു സൂക്ഷ്മത പുലർത്താനായില്ലത്രേ. ചങ്ങമ്പുഴയെപ്പറ്റി എഴുതിയപ്പോൾ സ്നേഹമസൂണമായ ഭാഷ ഉപയോഗിച്ച മുണ്ടശ്ശേരി ജി.യുടെ കവിതയിൽ ഒരു മഹത്വവും കണ്ടതേയില്ല.

മുണ്ടശ്ശേരിയിലെ സർഗ്ഗാത്മകവിമർശകന്റെ മികവുറ്റ സൃഷ്ടിയാണ് മേഘസന്ദേശപഠനം. മേഘസന്ദേശത്തിന്റെ നിരൂപണമായ ഭാവലാവണ്യവും രൂപരചനാവൈഭവവും അസാധാരണ നൈപുണിയോടെ അദ്ദേഹം വെളിപ്പെടുത്തി. മുണ്ടശ്ശേരിയിലെ കാവ്യമർമ്മജ്ഞന്റെ വിശ്വരൂപം മേഘസന്ദേശപഠനത്തിൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നു. അദ്ദേഹത്തിലെ പണ്ഡിതനും പ്രബോധകനും തിരശ്ശീലയ്ക്കു പിന്നിലേക്കു മറഞ്ഞിരിക്കുകയാണവിടെ. മുണ്ടശ്ശേരിവിമർശനത്തിന്റെ അഴകും ഗാംഭീര്യവും ഇതുപോലെ പ്രകടമാകുന്ന മറ്റൊരു പഠനമില്ല.

മുണ്ടശ്ശേരിയുടെ ചില സാഹിത്യപരാമർശങ്ങൾ ഒട്ടേറെ വിവാദങ്ങൾക്കു വഴിമരുന്നിട്ടുണ്ട്. തെറ്റിദ്ധരിക്കപ്പെട്ട പരാമർശങ്ങളാണ് ചിലവ. ആശാൻ വിപ്ലവത്തിന്റെ ശുക്രനക്ഷത്രമാണെന്ന വാദം ഇത്തരത്തിലൊന്നാണ്. പുരോഗമനസാഹിത്യപ്രസ്ഥാനത്തിന്റെ മുന്നണിപ്പോരാളികളിലൊരാളായിരുന്ന മുണ്ടശ്ശേരിയുടെ ആ പ്രസ്താവത്തിന് പലരും അനാവശ്യ നിറംപിടിപ്പിക്കലുകൾ നടത്തി. സാമൂഹികവിപ്ലവത്തിനു പ്രേരണ നല്കുന്ന കാവ്യങ്ങളെഴുതിയ ആശാനെന്ന അർത്ഥമാണ് പലരും അതിനു നല്കിയത്. വെറും സാമൂഹികവിപ്ലവമല്ല, രക്തരൂക്ഷിതവിപ്ലവമാണെന്നുവരെ ആവേശം കൊണ്ടവരുണ്ട്. പക്ഷേ, യാഥാർത്ഥ്യം അതല്ല. സാഹിത്യലോകത്ത് ആശാൻ വരുത്തിയ വിപ്ലവത്തെപ്പറ്റിയാണ് മുണ്ടശ്ശേരി സൂചിപ്പിച്ചത്; ആശാൻ കാവ്യലോകത്തു വരുത്തിയ കാല്പനികവിപ്ലവം. മുണ്ടശ്ശേരി പറയുന്നതു നോക്കുക: “വിപ്ലവമെന്നതുകൊണ്ട് മുഖ്യമായും സാഹിത്യത്തിലെ വിപ്ലവം എന്ന അർത്ഥമാണ് ഞാൻ ഉദ്ദേശിച്ചത്. ഒന്നാമതായി, കവിതയിൽ ഉൽക്കൃഷ്ട വികാരങ്ങൾ (Nobler feelings) കലർത്തിയെന്നതുതന്നെയാണ് എടുത്തു പറയേണ്ട വിപ്ലവം.”⁶ മുണ്ടശ്ശേരി ഉദ്ദേശിച്ച സാഹിത്യവിപ്ലവത്തെ സാമൂഹികവിപ്ലവമായി തെറ്റിദ്ധരിച്ചാണ് വിവാദങ്ങൾ അരങ്ങേറിയത്. കുമാരനാശാൻ കാവ്യലോകത്തു വരുത്തിയ രൂപരവ്യം ഭാവപരവും ദർശനപരവുമായ വിപ്ലവത്തെക്കുറിച്ച് ആർക്കും പക്ഷാന്തരമില്ലാതിരിക്കെ അത്തരം വിവാദങ്ങൾക്കു പ്രസക്തയില്ലതാനും.

മുണ്ടശ്ശേരിവിമർശനത്തിന്റെ എടുത്തുപറയേണ്ട ഒരു ദോഷം സിംഹാവലോകനവ്യഗ്രതയാണ്. കാവ്യസൗന്ദര്യത്തിന്റെ അഗാധതലങ്ങളിലേക്ക് ആണ്ടിറങ്ങുന്ന സൂക്ഷ്മബുദ്ധി മുണ്ടശ്ശേരിക്ക് ഒട്ടു കുറവായിരുന്നില്ലെ എന്നു സംശയം. സസൂക്ഷ്മമായ വിശകലനപ്രവണത മുണ്ടശ്ശേരിയിൽ ചുരുക്കമായേ കാണാൻ കഴിയുന്നുള്ളൂ. മാരാർ ചെയ്തതുപോലെ കൃതികളുടെ ഉള്ളറകളിലേക്കു ചുഴിഞ്ഞിറങ്ങാൻ മുണ്ടശ്ശേരിക്കു സാധിച്ചിരുന്നെങ്കിൽ കൂടുതൽ നേട്ടങ്ങൾ കൊച്ചാൻ കഴിയുമായിരുന്നു.

കവിതയുടെ കാലം കഴിഞ്ഞെന്നു ധരിക്കുകയും പറയുകയും ചെയ്ത മുണ്ടശ്ശേരിയുടെ പ്രധാനവിമർശനങ്ങൾ കവിതയെപ്പറ്റിയാണ്. മലയാളവിമർശനത്തിന്റെ മുഖ്യധാരയുമായി ഇണങ്ങിപ്പോകാനേ ഇക്കാര്യത്തിൽ മുണ്ടശ്ശേരിക്കും കഴിഞ്ഞുള്ളൂ. മലയാളവിമർശനം പ്രാരംഭം മുതൽതന്നെ ഏറെക്കുറെ കാവ്യവിമർശനമായിരുന്നല്ലോ. മുണ്ടശ്ശേരി ഉയർത്തിപ്പിടിച്ച ജീവിത ഗന്ധം നിറഞ്ഞ കൃതികൾ ഗദ്യശാഖയിൽ ഉണ്ടായിത്തുടങ്ങിയിട്ടും മുണ്ടശ്ശേരി ശ്രദ്ധ അതിലേക്കു തിരിച്ചില്ല. വിമർശകനെന്ന നിലയിൽ അദ്ദേഹവും കവിതയുടെ ചുറ്റുവട്ടത്തിൽ കുടുങ്ങിപ്പോയി. പുറത്തുകടക്കാൻ കാര്യമായി യത്നിച്ചതിനും തെളിവില്ല. ഗദ്യസാഹിത്യത്തോടൊന്നല്ല കവിതയിലെ തന്നെ ഭാവഗീതത്തോടു പോലും സാത്മീഭവിക്കാൻ മുണ്ടശ്ശേരിക്കായില്ല. മുണ്ടശ്ശേരിയുടെ സാഹിത്യവിമർശനത്തിന്റെ അന്ത്യഘട്ടം ഭാവഗീതത്തോടു നടത്തിയ കലാപത്തിന്റേതായിരുന്നു. വിമർശകരുടെ ഭാവുകത്വം ഏതെങ്കിലുമൊരു സാഹിത്യാഭിരുചിയിൽ ബദ്ധമായിപ്പോകുന്ന പ്രതിഭാസം മുണ്ടശ്ശേരിയിലും തെളിമയോടെ കാണുന്നു.⁷

മുണ്ടശ്ശേരിശൈലി മലയാളത്തിൽ തീർത്തും ഒറ്റപ്പെട്ടു നില്ക്കുന്നു. കർത്തുകർമ്മക്രിയാപദങ്ങളുടെ വിന്യാസത്തിൽ മുണ്ടശ്ശേരിക്കു പ്രത്യേക ചിട്ടയൊന്നുമില്ല. സന്ധിസമാസാദികൾ മുലമുള്ള ആർഭാടത്വവും അലങ്കാരനിബിഡതയും ആ ശൈലിയുടെ പ്രത്യേകതകളാണ്. വാവദുകത എടുത്തുപറയേണ്ട ദോഷമാണ്; ഒതുക്കിപ്പറയുന്നതിൽ മുണ്ടശ്ശേരി പരാജയപ്പെടുന്നുണ്ട്. സംഭാഷണ ശൈലിയിലെ പദങ്ങളും ശുദ്ധനാടൻപദങ്ങളും ധാരാളം കാണാൻ കഴിയും. ഇവയെല്ലാംകൂടി സവിശേഷമായൊരു ചാരുത ആ ശൈലിക്കു പകരുന്നുണ്ടെന്നതും സമ്മതിക്കണം. വ്യക്തിത്വമുള്ള മുഴങ്ങുന്ന ശൈലിയാണ് മുണ്ടശ്ശേരിയുടേത്. പക്ഷേ, ശൈലിമാത്രം നിന്നു മുഴങ്ങുന്ന ഘട്ടങ്ങളുമുണ്ട്. പൊതുവേദികളിൽ അധ്യക്ഷനായി നിലകൊണ്ട പ്രഭാഷകൻ കൂടി ആയിരുന്നതുകൊണ്ടായിരിക്കാം ഈ സവിശേഷത.⁸

മലയാളത്തിന്റെ തിളക്കമാർന്ന വിമർശക വ്യക്തിത്വമാണ് എം.പി. പോളിന്റേത്. നോവലിനും ചെറുകഥയ്ക്കും മലയാളമണ്ണിൽ ശക്തമായി വേരു പായിക്കാൻ പോളിന്റേ നോവൽസാഹിത്യവും ചെറുകഥാപ്രസ്ഥാനവും പ്രചോദനമായി. ഇന്നിന്റെ സാഹിത്യരൂപം നോവലാണെന്നും ആധുനിക മനുഷ്യൻ തന്നെയും മറ്റുള്ളവരെയും നോക്കിക്കാണുന്ന മാധ്യമം നോവലായിരിക്കുമെന്നും പോൾ മനസ്സിലാക്കി. പൂർണ്ണമായി സ്വാംശീകരിച്ച ആശയങ്ങൾ മൗലികമായ കാഴ്ചപ്പാടിലൂടെ നോവൽസാഹിത്യത്തിൽ പോൾ അവതരിപ്പിച്ചു. തന്മൂലം പരകീയാശയങ്ങൾ പ്രതിപാദിക്കുന്ന പ്രതീതിയുളവാകുന്നില്ല. നോവലിനെപ്പറ്റി കാര്യമാത്രപ്രസക്തമായവയേ പോൾ പറഞ്ഞു. പറയേണ്ടതു പറയാനും പറയേണ്ടാത്തതു പറയാതിരിക്കാനും പോളിനറിയാമായിരുന്നു. വൈദേശിക സാഹിത്യമാതൃകകളെയാണ് പരിചയപ്പെടുത്തിയതെങ്കിലും മലയാളവുമായി സാത്മീഭവിച്ചതിനാൽ അവ വായനക്കാർക്കു സുഗമമായിത്തീർന്നു. മലയാളനോവലുകളെപ്പറ്റി പോൾ നടത്തിയ വിലയിരുത്തലുകൾ ഇവിടെ അഭികാമ്യമായൊരു നോവൽസങ്കല്പം ഉരുത്തിരിയാനും ഉതകി. ഒരു മോശംകൃതി മോശമാണെന്നു മുഖം നോക്കാതെ പറയാനുള്ള ധീരതയും പോളിനുണ്ടായിരുന്നു.

പാശ്ചാത്യപൗരസ്ത്യ സാഹിത്യദർശനങ്ങളെ അസാധാരണമായ പാകത്തിൽ പോൾ സംയോജിപ്പിച്ചു. പോൾപ്രബന്ധങ്ങളുടെ ആത്മതേജസ്സിനും ലാവണ്യത്തിനും കാരണം ഇതാണ്. ഈ വിമർശകന്റെ പാശ്ചാത്യ സാഹിത്യാഭിമുഖ്യം പൗരസ്ത്യസാഹിത്യത്തോ

ടുള്ള വിപ്രതിപത്തിയോടെ ആയിരുന്നില്ല. പാശ്ചാത്യസാഹിത്യത്തെ ഇഷ്ടപ്പെട്ടതോടൊപ്പം പൗരസ്ത്യസാഹിത്യത്തെ ആദരിക്കുകയും ചെയ്തു. പാശ്ചാത്യമായവയെ പുകഴ്ത്തിപ്പറയുകയും തദ്ദേശീയമായവയെ കുറ്റപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യുന്ന ആളായിരുന്നില്ല അദ്ദേഹം. പുരോഗമന സാഹിത്യകാരൻ സംസ്കൃതം പഠിക്കണമെന്നു പറയാൻ ഈ മനീഷിക്കേ കഴിഞ്ഞുള്ളൂ. പൗരസ്ത്യമോ പാശ്ചാത്യമോ എന്നതിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പ്രത്യേക ആദരവോ അനാദരവോ പോൽ പുലർത്തിയില്ല. പാശ്ചാത്യസാഹിത്യത്തെ എന്നപോലെ പൗരസ്ത്യസാഹിത്യത്തെയും അദ്ദേഹം ആസ്വദിച്ചു. പുതുമയെ സ്വാഗതം ചെയ്തപ്പോൾ പഴയെ അവഗണിച്ചില്ല. പാരമ്പര്യത്തെയും പഴയെയും, തന്നെ ബന്ധനത്തിലാക്കുന്ന ചങ്ങലകളായല്ല അനന്തവിഹായസ്സിലേക്കു പറന്നുയരാനുള്ള ചിറകുകലായാണ് പോൾ കണ്ടത്.

സാഹിത്യാനുഭൂതിയെയും ആസ്വാദനത്തെയുംപറ്റി പോൾ സൂക്ഷ്മമായി ചിന്തിക്കുകയും എഴുതുകയും ചെയ്തു. പടിഞ്ഞാറിന്റെ വെളിച്ചത്തിൽ ആഴമുള്ള വിചിന്തനങ്ങൾ സൗന്ദര്യ ശാസ്ത്രത്തെപ്പറ്റി അദ്ദേഹം അവതരിപ്പിച്ചു. സൗന്ദര്യനിരീക്ഷണം എന്ന കൃതി ഇതിനു തെളിവാണ്. മലയാളവിമർശനത്തിന് ലഭിച്ച ഗണ്യമായൊരു സംഭാവനയാണ് പോളിന്റെ സൗന്ദര്യശാസ്ത്രനിരീക്ഷണങ്ങൾ. സൗന്ദര്യശാസ്ത്രം പ്രയോഗികവിമർശകരുടെ പ്രവർത്തനങ്ങൾക്ക് അടിയിലെ ധാരണകളുടെ ഘടനയെയാണ് അപഗ്രഥിക്കുക.⁹

എം.പി. പോളിന്റെ ഗദ്യശൈലി അനുപമമാണ്. ഇത്ര നല്ല ഗദ്യമെഴുതിയവർ മലയാളത്തിൽ അധികമില്ല. ആഴമേറിയതും എന്നാൽ അടിത്തട്ടു കാണാവുന്നതുമായ ഒരരുവിയുടെ പ്രതീതി ആ ശൈലി ഉളവാക്കുന്നു. അത്യുക്തിവിമുഖനായിരുന്ന പോളിന്റെ ആവിഷ്ക്കരണനൈപുണിയും ചിന്തയുടെ തെളിമയും ആദരണീയമാണ്. കുറച്ചു എഴുതിയുള്ളങ്കിലും എഴുതിയവയുടെ മികവുകൊണ്ട് ഈ വിമർശകൻ മലയാളവിമർശനത്തെ തനിക്കു കടപ്പെടുത്തി. മാരാർ, മുണ്ടശ്ശേരി ഇവർ കാവ്യവിമർശനത്തിന്റെ മേഖലയിൽ വിജയക്കൊടി പാറിച്ചപ്പോൾ ഗദ്യവിമർശനത്തിലാണ് എം. പി. പോൾ ഊന്നിയത്. ഇവർ മുവരിലൂടെയും മലയാള മികവും മിഴിവുള്ളതായി. ഭാരതീയസൗന്ദര്യശാസ്ത്രത്തെ കമ്പോടുകമ്പ് സ്വാംശീകരിച്ച മാരാർ സാഹിത്യവിമർശനത്തിൽ യുക്തിയുടെ മുർച്ച തീക്ഷ്ണഭാവത്തിൽ ആവിഷ്ക്കരിച്ചു. ഭാരതീയപാശ്ചാത്യസൗന്ദര്യ ശാസ്ത്രങ്ങളെ ഒരൂപോലെ ഉൾക്കൊണ്ട മുണ്ടശ്ശേരി ഇവയുടെ സർഗ്ഗാത്മക ഉദ്ഗ്രഥനത്തിന് എന്നും പരിശ്രമിച്ചു. കാവ്യത്തിന്റെ ചുഴിക്കുറ്റിയിൽ തിരിഞ്ഞുകൊണ്ടിരുന്ന മലയാളവിമർശനത്തെ ഗദ്യവിമർശനത്തിലേക്കു തിരിച്ചുവിടുകയെന്ന ചരിത്രദൗത്യം എം.പി. പോൾ ഏറ്റെടുത്തു. സാഹിത്യവിമർശനത്തിന്റെ തുംഗകാന്തിയാണ് മലയാളത്തിലെ ഈ വിമർശകത്രയത്തിന്റെ രചനകൾ പ്രകടമാക്കിയത്.

Reference

1. കുട്ടികൃഷ്ണമാരാർ, സാഹിത്യസല്ലാപം, 1982, മാരാർ സാഹിത്യപ്രകാശം, കോഴിക്കോട്, പുറം - 91.
2. എം. തോമസ് മാത്യു, മാരാറെ ഓർക്കുമ്പോൾ, മാരാർ സ്മരണിക, 1981, മാരാർ സാഹിത്യ പ്രകാശം, കോഴിക്കോട്, പുറം - 61.

3. പ്രൊഫ. എസ്. ഗുപ്തൻനായർ, വിമർശനത്തിന്റെ എതിർവരുമ്പുകൾ, തെരഞ്ഞെടുത്ത പ്രബന്ധങ്ങൾ, പു - 12.
4. വി. രാജകൃഷ്ണൻ, പുതിയ വിമർശനം: സമസ്യകൾ സമീപനങ്ങൾ, കലാകൗമുദി ആഴ്ച പതിപ്പ്, മാർച്ച് 5, 1989, പു - 37.
5. പ്രൊഫ. ജോസഫ് മുണ്ടശ്ശേരി, നാടകാന്തം കവിതാം, 1981, കറന്റ് ബുക്സ്, കോട്ടയം, പു - 14.
6. എം.കെ. സാനുവിന്റെ മുണ്ടശ്ശേരിയുമായുള്ള അഭിമുഖം, വിപ്ലവത്തിന്റെ ശുക്രനക്ഷത്രം - ജോസഫ് മുണ്ടശ്ശേരി, എഡി: എം.കെ. സാനു, കുമാരനാശാന്റെ കാവ്യപ്രപഞ്ചം, 1974, നവോത്ഥാനസമിതി, കൊച്ചി, പു - 102.
7. ഡോ. ഡി. ബഞ്ചമിൻ, ഭാവുകത്വത്തിന്റെ പ്രശ്നം മലയാളത്തിൽ, സാഹിത്യലോകം, 1991 നവംബർ-ഡിസംബർ, കേരളസാഹിത്യഅക്കാദമി, തൃശൂർ, പു - 14.
8. കെ. അയ്യപ്പപ്പണിക്കർ, അയ്യപ്പപ്പണിക്കരുടെ ലേഖനങ്ങൾ, 1985, ഡി.സി. ബുക്സ്, കോട്ടയം, പു - 286.
9. R.B. Patankar, Aesthetics and Literary Criticism, 1969, A.B. Shah for Nachiketa Publications, Bombay, P. - 7.

Prof. Joji Madappattu
Malayalam Lecturer,
S.B. College, Changanassery

BASELIUS RESEARCH GUIDANCE CENTRE RESEARCH GUIDANCE COMMITTEE MEMBERS

Dr. Biju Thomas (Principal)	
Dr. Jyothilol P. (Dept. of English)	} Conveners
Dr. Jalaja J. Malayan (Dept. of Chemistry)	
Fr. Dr. Thomson Robi (History)	
Dr. Nibu A. George (Physics)	Dr. Misha Hari (Physics)
Dr. Rejitha V. (Zoology)	Dr. Sindhu Jones (Physics)
Ms. Resmi Annie Thomas (Commerce)	Dr. Geethalakshmi K. (Botany)
Dr. Joy Markose (Bursar)	Dr. Krishnaraj M. V. (Botany)
Dr. Annie Cherian (Statistics)	Dr. Sajish P. R. (Botany)
Dr. Suma Bino Thomas (Chemistry)	Dr. Selvi Xavier (Malayalam)
Dr. Anisha Mary Mathew (Physics)	Dr. Aparna Thankappan (Physics)
Dr. Shaju M. J. (Economics)	Dr. Jinta Thomas (Chemistry)
Dr. Priya Thambi T (Chemistry)	Dr. Sheeja Kuriyakose (Politics)
Dr. Ambika D. (Physics)	Dr. Mitty Thampy (Chemistry)
	Dr. Anit M. Thomas (Zoology)

Retired Faculty Serving as Research Guides* of Mahatma Gandhi University*

Dr. V. Mathew Kurien (Dept. of Economics)
Dr. Susan Panicker (Dept. of Zoology)
Dr. Daisy Joseph (Dept. of Chemistry)
Dr. P. V. Viswanathan Nampoothiri (Dept. of Sanskrit)
Dr. Annie Margret
Dr. V. Alexander Raju
Dr. Verghese Leena (Centre of Research in English, Baselius College, Kottayam)
Dr. J. Nalini (Commerce)

Research News

Three Centres of Research:

1. Postgraduate Department of English: Guides - 4
Dr. Latha Merina Varghese, Dr. Jyothimol P.
2. Postgraduate Department of Physics: Guides - 2
Dr. Nibu A. George, Dr. Misha Hari
3. Postgraduate Department of Chemistry: Guides - 2
Dr. Suma Bino Thomas, Dr. Jalaja J. Malayan
4. Fr. Dr. Thomson Robi (Department of History - Research Guide)

BASELIUS RESEARCHER ISSN 0975-8658

COPY RIGHT AGREEMENT FORM

All authors and co-authors must complete and sign on this copy for and submit along with the hardcopy, softcopy of the paper & publication fees to **The Editor, Baselius Researcher, Baselius College, Kottayam, Kerala, India - 686 001.**

I / We,
[author (s) name], the copyright owner / owners of the article.

Title “” do hereby authorize you to publish the above said article/research paper in Baselius Researcher.

I/ WE FURTHER STATE THAT:

- 1) The article is my/our original contribution and has not been plagiarised/copied from any source/individual. It does not contravene on the rights of others and does not contain any libellous or unlawful statements and all references have been duly acknowledged at the appropriate places.
- 2) The article submitted only to **Baselius Researcher** and it has not been previously published or submitted elsewhere for publication in a copyrighted publication.
- 3) I / We hereby authorize you to edit, alter, modify and make changes in the article/ research paper to make it suitable for publication in **Baselius Researcher**.
- 4) I / We hereby assign all the copyrights relating to the said article/research paper to **Baselius Researcher**.
- 5) I / We have not assigned any kind of rights of the above said article/research paper to any other person/institute/publication.
- 6) I / We agree to identity **Baselius Researcher** against any claim legal/or otherwise, action alleging facts which if true, constitute a breach of any of the foregoing warranties.

First author Name: Second Author: Third Author:

Signature: Signature: Signature:

Date:

BASELIUS RESEARCHER ISSN 0975-8658

Referee's Report

Kindly Note: The referee should have at least 10 to 15 years of experience with doctoral degree in the subject area.

Title of the Paper

Major Highlights of the paper

.....

Critical Remarks:

(Critical Remarks to be based on Language, analysis, scope of the study, objectives, findings, recommendations and references)

I recommend the paper for publication: Yes No

Name of the Referee:

Teaching Exp Institute / Dept

University Contact No

Sign with date:

Referee's Report

Kindly Note: The referee should have at least 10 to 15 years of experience with doctoral degree in the subject area.

Title of the Paper

Major Highlights of the paper

.....

Critical Remarks:

(Critical Remarks to be based on Language, analysis, scope of the study, objectives, findings, recommendations and references)

I recommend the paper for publication: Yes No

Name of the Referee:

Teaching Exp Institute / Dept

University Contact No

Sign with date:

My / Our research paper / article is original and not copied from any source and wherever required I / We have sighted the proper reference. Further, I / We shall be fully responsible for any discrepancy whatsoever arises.

Author Name(s): Author Signature(s)

BASELIUS RESEARCHER ISSN 0975-8658

A Biannual International Journal of Interdisciplinary Studies and Research

Guidelines for Authors

Baselius Researcher is a biannual journal published by the Principal, Baselius College, Kottayam on behalf of Baselius Research Guidance Centre, Baselius College, Kottayam. It aims at promoting research activities in the sciences, arts and humanities. As a journal of interdisciplinary studies, it intends to cater to the needs of all who are committed to the cause of higher learning.

Manuscripts of articles offered for publication should be neatly typed in double space on one side of the paper with a margin of at least one and a half inches. References and bibliography should follow the current MLA stylesheet or any other internationally accepted format. References should appear alphabetically at the end of the paper. Follow the reference citation strictly in accordance to the following examples.

Book: Alexander, G. K., *A model for the commodity price system analysis*, Himalaya Publication, New Delhi, 2005, pp. 120-125

Journal Articles: Campbell, W. H. '*Nitrate reductase and its role in nitrate assimilation in plants*'. *Physiol plant*, 1988, 74; 214-219

The soft copy together with its hardcounterpart should be sent to the Editor, Baselius Researcher, Baselius College, Kottayam, Kerala - 686 001, India or emailed to baseliusresearcher@gmail.com. **Attach copyright agreement form duly signed by all the authors (find the format in the Journal) Two Referees report (Find the format in the Journal). Rs. 1000/- will be charged for each article towards publication expenses. Kindly send publication fees in Demand Draft / Cheque at par, in favour of Principal, Baselius College, Kottayam - Publisher of Baselius Researcher.**

Articles in this journal do not necessarily reflect the views or policies of the Principal / Baselius Research Guidance Centre, Baselius College, Kottayam. The annual subscription of the Journal is Rs. 1000/- Baselius Researcher is published in January and July every year.

For Further details, please contact,

The Editor, Baselius Researcher

The Editorial Office,

Baselius Research and Guidance Centre

Baselius College, Kottayam, Kerala - 686 001, India

Telephone: 0091-481-2563918, 2565958, 2304408.

Fax: 0091-481-2565958

Email: principal@baselius.ac.in, principalbaselius@gmail.com

web: www.baselius.ac.in



CONTENTS

1. **Phytochemical Investigation on the Bark of *Butea monosperma* Plant and its Antimicrobial activity**
Mity Thambi & Tom Cherian 85
2. **Theoretical and Experimental Study on Third Order Nonlinear Optical Properties of N-(2, 4-dinitrophenyl)naphthalen-1-amine**
Anju Linda Varghese, P.L. Maria Linsha, Ignatious Abraham and M. George 90
3. **Stress Management Among Bank Employees with Special Reference to Pala Municipality**
Joppachan Tom 104
4. **Review on *Annona Glabra*-An underutilised Mangrove Plant**
Jinu Mathew and Mity Thambi 113
5. **Microalgae as an Alternative Source for Bio-Plastic Production: A Review**
Neethu Elsa Thomas¹, Devika R Balasubramanian¹, Anamika G R¹, Rajeeb Singh¹, A Anjana¹ and Dr Vimala R² 116
6. **Molecular Docking - A Review**
Jeethu George 126
7. **എഴുത്തു വഴിയുടെ കാനോപ്പറങ്ങൾ തേടിയുള്ള യാത്ര അനീഷ് എം. ആർ.** 128
8. **മലയാളത്തിലെ വിമർശകത്വം പ്രൊഫ. ജോജി മാടപ്പാട്ട്** 134