

# Co ( II ) 和Zn ( II ) 配合物与来自2-羟基-1-萘醛和对甲氧基苯胺的席夫碱的抗氧化评价

Ibrahim, A.K.<sup>1\*</sup>, Na' aliya, J.<sup>2</sup> and Haruna, A<sup>2</sup>

1, 2. 巴耶罗大学 纯化学和工业化学系 卡诺 尼日利亚

2. 古绍联邦大学 化学系 尼日利亚

**摘要:** 采用元素分析、电导率测量、磁化率、红外光谱分析和溶解度等方法, 合成了以2-羟基-1-萘醛和对甲氧基苯胺为原料的Co ( II ) 和Zn ( II ) 与席夫碱的金属配合物, 并对其进行了表征测试。评价席夫碱及其相应的金属配合物的抗氧化活性。摩尔电导值范围 ( 6.62-7.80 $\Omega^{-1}\text{cm}^2\text{mol}^{-1}$  ) 表明配合物的非电解性质。磁化率值表明, Co ( II ) 配合物是顺磁性的, 而Zn ( II ) 配合物是抗磁性的。红外光谱分析表明, 席夫碱表现为双齿配体。元素分析结果显示, 在席夫碱和金属配合物中观察到的和计算出的C、H和N的百分比略有不同, 发现所有配合物中的金属配体比为1: 2。席夫碱及其配合物的抗氧化活性是基于1, 1-二苯基-2-苦基-胍基 ( DPPH ) - 自由基活性的自由基清除作用来测量的。结果表明, 席夫碱及其金属配合物表现出优异的抗氧化性能。

**关键词:** 2-羟基-1-萘醛; 对甲氧基苯胺; 席夫碱; 配合物; 抗氧化活性; DPPH

## Antioxidant Evaluation of Co(II) and Zn(II) Complexes with Schiff base derived from 2- hydroxy-1-naphthaldehyde and p-methoxyaniline

Ibrahim, A.K.<sup>1\*</sup>, Na' aliya, J.<sup>2</sup> and Haruna, A<sup>2</sup>

1, 2. Department of Pure and Industrial Chemistry, Bayero University, Kano. Nigeria

2. Department of Chemistry, Federal University Gusau. Nigeria

**Abstract:** The Metal Complexes of Co(II) and Zn(II) with Schiff base derived from 2-hydroxy-1-naphthaldehyde and p-methoxyaniline were synthesized and characterized using elemental analysis, conductivity measurement, magnetic susceptibility, infrared spectral analysis and solubility test. The Schiff base and its corresponding metal complexes were evaluated for antioxidant activity. The molar conductance values range (6.62-7.80 $\Omega^{-1}\text{cm}^2\text{mol}^{-1}$ ) indicated the non electrolytic nature of the complexes. The magnetic susceptibility values revealed that Co(II) complex is paramagnetic while Zn(II) complex is diamagnetic. The infrared spectra analysis suggested that the Schiff base behave as a bidentate ligand. The elemental analyses results revealed slight differences between observed and calculated percentages of C, H, and N in the Schiff base and metal complexes, the metal-ligand ratio was found to be 1:2 in all the complexes. The antioxidant activity of Schiff base and its complexes was measured on the basis of the radical scavenging effect of 1,1- diphenyl-2-picryl-hydrazyl (DPPH)-free radical activity. The results revealed that the Schiff base and its metal complexes exhibited excellent antioxidant properties.

**Keywords:** 2-hydroxy-1-naphthaldehyde; Pmethoxyaniline; Schiff base; Complexes, Antioxidant activity; DPPH

## 一、引言

碳-氮双键的化学在化学科学的进步中起着至关重要的作用。席夫碱也称为亚胺，其特征是存在偶氮甲碱官能团 ( $-C=N-$ )，通常由羰基化合物 (醛或酮) 与伯胺缩合形成 (Iniama 和 Isaac, 2013)。1860 年代，雨果·席夫 (Hugo Schiff) 发表了这种反应的第一份报告。此后，席夫碱被广泛用作合成中间体和配体，用于配位过渡金属离子和内部过渡金属离子，最近还用于配位阴离子 (Anita 等人, 2010)。席夫碱配体可作为二齿、三齿、四齿、六齿配体等，可设计产生单核或双核配合物或一维、二维和三维金属有机骨架 (Anita 等人, 2010)。席夫碱配体可能含有多种具有不同给电子或吸电子基团的取代基，因此可能具有不同的有趣化学性质。

席夫碱因其配位化合物的高稳定性、在乙醇、甲醇、氯仿和二甲基甲酰胺等常见溶剂中的良好溶解性 (Bharat 等人, 2015)、相关的生物学应用、高灵活性和药用功效而被广泛用作配体 (Jai 等人, 2016)。从芳香醛和芳香胺中获得的席夫碱已在制药、生命科学和化学科学 (包括无机和分析化学) 等许多领域显示出许多应用 (Muzammil 等人, 2015)。据报道，这些重要的化合物具有多种生物活性，例如抗真菌、镇痛、抗炎、抗菌、抗氧化、抗结核和抗肿瘤 (Neelofar 等人, 2017)。

多年来，金属配合物因其在材料科学和生物系统领域的有趣特性而受到广泛关注 (Rajendra 等人, 2012)。金属配合物在药物化学中有重要的应用。医学科学需要这类化合物更有效、具有生物活性、易于吸收和无毒，并且对疾病的治疗显示出快速作用 (Ibrahim 等人, 2017)。广泛的研究表明，螯合使复合物在生物金属存在下更加稳定和生物活性更高。金属离子将复合物固定在宿主蛋白质和酶的特定位点，并显示出它们的潜力 (Chaudhary, 2013)。

## 二、文献综述

Gomathi 等人 (2013) 报道了从 2-羟基-1-萘醛和对甲苯胺衍生的席夫碱合成新的 Mn (II) 和 Zn (II) 配位配合物。已经从元素分析、摩尔电导测量、磁化率、IR、<sup>1</sup>H NMR、紫外-可见和循环伏安研究推导出键的性质和席夫碱和配合物的结构特征。

以芳香醛、芳香胺和 CeCl<sub>3</sub>·7H<sub>2</sub>O 为原料，通过一锅法三组分反应合成铈 (III) 与 (E)-N-亚苄基-4-甲氧基苯胺的络合物作为高效催化剂。这种 Ce (III) 配合物的特征在于 IR、<sup>1</sup>H 和 <sup>13</sup>C NMR 光谱和质谱数据。分子结构、Mullikan 电荷、热力学参数；使用 SDD

基组通过密度泛函理论方法计算振动频率和强度。为了获得最佳质量和预测结构，计算和实验数据之间的比较，在目标化合物完善的振动光谱中的最佳性能，发现计算的谐波振动与在红外光谱中观察到 (Lakehala 等人, 2016)。

Siddappa 和 Nabiya (2014) 通过靛红单胺与 2-羟基喹啉-3-甲醛缩合制备双胺席夫碱，与 Co (II)、Ni (II)、Cu (II) 形成一系列配合物、Zn (II)、Cd (II) 和 Hg (II)。基于元素分析、电导数据、磁化率测量、IR、UV-Vis、<sup>1</sup>H NMR、ESR 和 XRD 研究对配体及其金属配合物进行了表征。通过这些光谱研究发现，Co (II)、Ni (II) 和 Cu (II) 配合物被指定为八面体几何形状，而 Zn (II)、Cd (II) 和 Hg (II) 配合物被指定为四面体几何形状。已经筛选了席夫碱及其金属配合物的体外抗菌、抗真菌和抗氧化活性。

在另一项开发中，Zn (II)、Cu (II)、Ni (II) 和 Co (II) 的色酮席夫碱配合物在具有结晶或无定形结构的纳米域中成功制备。光谱数据显示席夫碱表现为单阴离子三齿配体。金属配合物呈现八面体几何形状。透射电子显微镜 (TEM) 分析表明，Cu (II) 配合物具有聚集的纳米球形态。获得的纳米复合物作为抗氧化剂和抗肿瘤剂进行了测试。与标准抗坏血酸 (IC<sub>50</sub> = 2.1mM) 相比，席夫碱及其 Cu (II) 复合物被发现是更有效的抗氧化剂 (IC<sub>50</sub> (ligand) = 0.93mM; IC<sub>50</sub> (Cu (II) 复合物) = 1.1mM) DPPH 法。还测试了席夫碱及其复合物对艾氏腹水癌细胞系 (EAC) 的体外细胞毒性，与母体化合物相比，Cu (II) 纳米复合物有效抑制 EAC 生长，IC<sub>50</sub> 值为 47mM 和其他制备的配合物。(Saif 等人, 2016)

在另一份报告中，(4E)-4-[(2-[(E)-[1-(2,4-二羟基苯基)-已经合成亚乙基]-氨基]-乙基)-亚氨基]-戊-2-酮并通过元素分析、摩尔电导、FT-IR 光谱研究和 XRD 表征。FT-IR 分别通过酚基和偶氮甲碱基的氧原子和氮原子证实了配体与金属离子的配位。Co (II) 配合物采用四面体几何形状，Ni (II) 和 Cu (II) 配合物采用方形平面几何形状。确定了化合物的抗菌研究，结果表明金属配合物比游离配体更具活性。采用 DPPH 自由基清除法检测其抗氧化活性，结果为 Cu (II); IC<sub>50</sub> = 2.31 ± 1.54M 和 Co (II); IC<sub>50</sub> = 1.83 ± 1.08M。(Ikechukwu P. Ejidike 和 Peter A. Ajibade, 2015)。

Abhijit 等人, (2014) 报道了吡啶美辛金属配合物与钴、铜、锰和锌的生物活性的评估。在辐射甩尾法中，吡啶美辛与钴和铜的复合物在 20mg/kg 的剂量下表

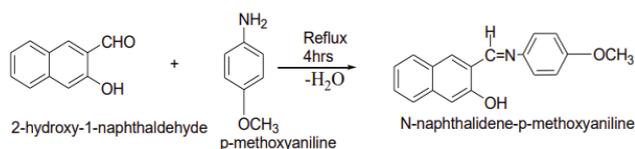
现出显著的中枢镇痛活性，30 分钟后的时间延长分别为 66.09% 和 75.45%，而吲哚美辛与铜的复合物在 20mg/kg 的剂量下表现出显著的镇痛活性。显示出显著的中枢镇痛活性，与标准吗啡相比，60 分钟后的时间延长了 62.47%。在这项研究中，吲哚美辛及其与钴、铜和锰的络合物表现出温和的抗菌活性，并且吲哚美辛锰络合物也表现出最高的细胞毒性，最低 LC50 为  $1.222 \pm 0.2 \mu\text{g/ml}$ ，而吲哚美辛-钴、吲哚美辛-铜和吲哚美辛-锌的最低 LC50 具有显著的 LC50 分别为  $1.549 \pm 0.39 \mu\text{g/ml}$ 、 $1.662 \pm 0.17 \mu\text{g/ml}$  和  $1.903 \pm 0.64 \mu\text{g/ml}$ ，而标准硫酸长春新碱的 LC50 为  $0.824 \pm 0.04 \mu\text{g/ml}$ 。吲哚美辛与钴、铜、锰和锌的复合物显示抑制百分比分别为  $38.46 \pm 1.03$ 、 $64.31 \pm 0.21$ 、 $46.71 \pm 0.46$  和  $30.79 \pm 0.30$ ，并且具有显著的 IC50 为  $17.51 \pm 0.62 \mu\text{g/ml}$ 、 $12.31 \pm 0.58 \mu\text{g/ml}$ 、 $15.71 \pm 0.16 \mu\text{g/ml}$  和  $19.84 \pm 0.08 \mu\text{g/ml}$  相应。研究表明，吲哚美辛复合物具有镇痛、抗菌、细胞毒和抗氧化活性，可用于进一步的治疗评价。

### 三、方法论

所有化学品均购自 Sigma Aldrich，无需进一步纯化即可使用。所有使用过的玻璃器皿都用浓缩液浸泡后用洗涤剂清洗。HNO<sub>3</sub>，用蒸馏水冲洗并在烘箱中干燥。称量使用电动胶机天平模型 AB54 进行。使用傅里叶变换红外分光光度计 (FTIR-8400S) 范围 4000-400cm<sup>-1</sup> 测定红外光谱分析。使用 4010 型 20-200μs 范围内的 Jenway 电导仪测量电导率。使用微处理器熔点仪 (WRS-IB) 测定熔点和分解温度。使用磁化率天平 MKI Sherwood Scientific ltd 测定磁化率。元素分析使用 Series II CHNS/O 2400 Perkin Elmer 进行测定。本工作中使用的所有化学品均为分析级，无需进一步纯化即可使用。

#### 席夫碱的制备

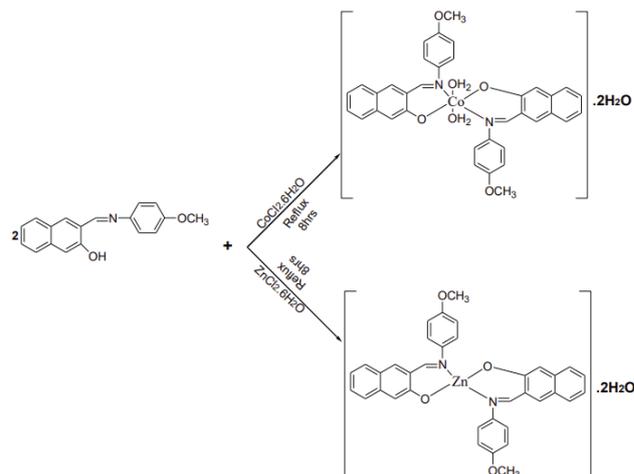
通过将 2-羟基-1-萘醛 (4mmol) 的乙醇溶液 25ml 与对甲氧基苯胺 (4mmol) 的乙醇溶液 25ml 混合来制备席夫碱。将所得溶液回流 4 小时，然后冷却至室温；冷却后形成沉淀。然后将固体过滤、洗涤并用乙醇和乙醚重结晶，然后在干燥器中用无水 CaCl<sub>2</sub> 干燥以获得所需的席夫碱 (Gomathi 等人, 2013)



#### 方案 1：席夫碱的制备

制备金属配合物

根据 Gomathi 等人 2013 年报道的文献，通过将 25ml 席夫碱配体的热乙醇溶液 (4mmol) 与 (2mmol) 25ml 金属盐的热乙醇溶液混合来制备配合物。将所得混合物回流 8 小时，将每种情况下获得的复合物冷却至室温，过滤并用乙醇和乙醚洗涤数次以除去任何过量的配体。最后将复合物在干燥器中用无水 CaCl<sub>2</sub> 干燥。金属盐分别包括 Co (II) 和 Zn (II) 盐。



#### 方案 2：配合物的制备

席夫碱熔点和金属配合物分解温度的测定

使用微处理器熔点仪 (WRS-IB) 测定席夫碱的熔点和金属配合物的分解温度。所得结果如表 1 所示 (Ibrahim 等人, 2018)

溶解度测试

席夫碱及其金属配合物在水、乙醇、甲醇、丙酮和氯仿、二甲亚砜、二甲基甲酰胺和乙醚中的溶解度测试，其中每个样品 0.2g 在每种溶剂 10ml 中进行测试。所得结果见表 2 (Yusuf 等人, 2018)

配合物中水合水的测定

将制备好的复合物各 0.2g 置于干净称重的培养皿中，然后将其置于 110°C 的烘箱中 72 小时，直至获得恒重。

重量损失，如果有的话，记录为无水络合物恒重的水合水；使用以下表达式计算每种复合物的水合水百分比。(Ibrahim 等人, 2017)

$$\% \text{ water of hydration} = \frac{\text{weight loss}}{\text{initial weight of sample}} \times 100\%$$

摩尔电导测量

将 1 毫摩尔每种复合物溶解在 10 毫升二甲基亚砜 (DMSO) 中，并使用 4010 型 Jenway 电导仪记录相应的比电导值。(Moamens, 2013)

根据记录的比电导值，使用以下表达式计算每种金

属络合物的摩尔电导。所得结果见表 4.3。

$$\text{Molar conductance} = \frac{100 \times \text{specific conductance}}{\text{ionic concentration}}$$

磁化率测量

配合物的磁化率使用磁化率天平 MKI Sherwood science ltd 通过以下表达式确定。所得结果如表 4.5 所示 (Javed, 2006)。

$$X_g = CL \frac{(R - R_0)}{10^9 M}$$

其中  $X_g$  = 质量敏感性,  $C = 1$  (常数),  $L$  = 试管中的样品长度 (其范围应设置在 1.5 至 3.5 厘米之间,  $R$  = 从装在试管中的样品获得的读数,  $R_0$  = 从预重获得的读数空管,  $M$  = 管中样品的质量 (以克为单位)。

抗氧化实验

Saif 等人, (2016) 使用的方法几乎没有修改就被采用。将 DPPH (8 mg) 溶解在甲醇 (300 mL) 中。用甲醇中的游离配体及其金属配合物的储备溶液 (4 mmol)

进行系列稀释, 以获得 2.0–0.05 mmol 的浓度。将稀释溶液 (各 2mL) 与 DPPH (2mL) 混合并静置 30 分钟, 以使任何反应发生。使用 JASCO 型号 V-550 紫外-可见分光光度计在 517nm 处记录吸光度, 此时奇数电子在自由基清除剂存在下配对, 吸收减少, DPPH 溶液随着颜色从深紫色变为脱色淡黄色。吸光度测量值的降低程度表明自由基清除 (抗氧化) 活性。该实验进行了两次, 并记录了每个浓度的测试化合物的平均吸光度, 该浓度降低了初始自由基浓度的 50%, 计算为  $\mu$  mol。抗坏血酸用作参考标准。制备含有相同体积的对照样品, 不含测试和参考化合物。测试样品的自由基清除活性, 以 DPPH 抑制百分比表示, 根据公式  $I(\%) = [(A_0 - A_t) / A_0] \times 100$  计算, 其中  $A_t$  为测试样品的吸光度值,  $A_0$  为空白样品的吸光度值, 特别是时间。使用 IBM SPSS statistic 20.0 软件通过概率分析确定抑制百分比和对数浓度之间的线性回归拟合。50% 抑制对应的浓度表示为 IC50 值。较低的 IC50 值表明较高的抗氧化活性。

#### 四、结果讨论

表 1 席夫碱及其金属配合物的物理和分析数据

Compound	Colour	Mol. Formula	Mol. wt (g mol <sup>-1</sup> )	Melt. pt/Dec. Temp. (°C)	%Yield	Elemental analysis Calculate (Found)		
						%C	%H	%N
Schiff base	Yellow	C <sub>18</sub> H <sub>15</sub> NO <sub>2</sub>	277	112	68.59	77.98 (74.56)	5.42 (3.93)	5.05 (6.24)
[CoL <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> ].2H <sub>2</sub> O	Brown	C <sub>36</sub> H <sub>36</sub> CoN <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	682.4	201	72.90	63.26 (62.83)	5.27 (3.64)	4.10 (4.70)
[ZnL <sub>2</sub> ].2H <sub>2</sub> O	Yellow	C <sub>36</sub> H <sub>32</sub> ZnN <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	653.4	215	67.33	66.12 (66.62)	4.90 (5.05)	4.29 (4.20)

Key: L = Ligand

表 2 席夫碱和配合物在一些常见溶剂中的溶解度

Compound	Water	Methanol	Ethanol	Chloroform	Acetone	DMF	DMSO
Schiff base	IS	S	SS	S	S	S	S
[CoL <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> ].2H <sub>2</sub> O	IS	S	SS	S	S	S	S
[ZnL <sub>2</sub> ].2H <sub>2</sub> O	IS	S	SS	S	S	S	S

L = Ligand, DMSO = Dimethylsulfoxide, DMF = Dimethylformamide, IS = Insoluble, SS = Slightly soluble, S = Soluble

表 3 席夫碱和金属配合物的红外光谱

Compound	V(C=N) cm <sup>-1</sup>	V(M-O) cm <sup>-1</sup>	V(M-N) cm <sup>-1</sup>	V(H <sub>2</sub> O) cm <sup>-1</sup>
Schiff base	1614	-	-	-
[CoL <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> ].2H <sub>2</sub> O	1607	604	514	3515
[ZnL <sub>2</sub> ].2H <sub>2</sub> O	1607	644	504	3484

Key: L = Ligand

表 4 DMSO 中配合物的电导率测量

Complex	Concentration Mol dm <sup>-3</sup>	Specific Conductance Ohm <sup>-1</sup> cm <sup>-1</sup>	Molar Conductance Ohm <sup>-1</sup> cm <sup>2</sup> mol <sup>-1</sup>
[CoL <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> ].2H <sub>2</sub> O	1.0×10 <sup>-3</sup>	6.62×10 <sup>-6</sup>	6.62
[ZnL <sub>2</sub> ].2H <sub>2</sub> O	1.0×10 <sup>-3</sup>	7.80×10 <sup>-6</sup>	7.80

Key: L = Ligand, DMSO = Dimethylsulfoxide



摩尔电导值范围 ( $6.62-7.80\Omega^{-1}\text{cm}^2\text{mol}^{-1}$ ) 表明 Co (II) 和 Zn (II) 配合物都是非电解质。(表 4), 这些值与 Uddin 等人 (2014) 报告的值非常接近。

在室温下从制备的配合物的磁化率测量中获得的值, 即; 4.98BM 表明 Co (II) 配合物是顺磁性的, 而 -Ve 表明 Zn (II) 是反磁性的。(表 5)

从席夫碱及其金属配合物的 DPPH 清除活性获得的结果显示, 席夫碱的  $\text{IC}_{50} = 0.496$ , Co (II) 配合物的  $\text{IC}_{50} = 0.016$ , Zn (II) 配合物的  $\text{IC}_{50} = 6.858$  (表 6), 这些值表明制备的化合物具有优异的抗氧化性能。

成功制备并表征了 2-羟基-1-萘醛和对甲氧基苯胺及其相应的 Co (II) 和 Zn (II) 配合物衍生的席夫碱。获得的摩尔电导值表明配合物的非电解性质。Co (II) 配合物是顺磁性的, 而 Zn (II) 配合物是抗磁性的。IR 和元素分析数据显示所有配合物中的金属配体比率为 1: 2。此外, 所有制备的化合物都显示出有希望的抗氧化活性。

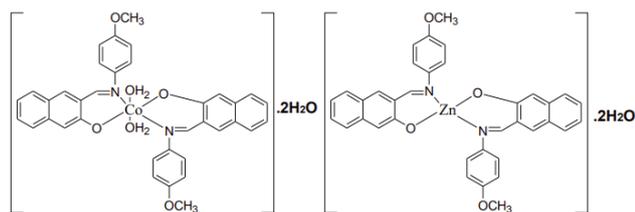


图 4 制备的配合物的建议结构

#### 参考文献:

[1]Abhijit, S., Sreedam, C.D., Saja, K.S. and Abdurrahman, S.M. (2014), screening of analgesic, antimicrobial, Cytotoxic and antioxidant activities of metal complexes of Indomethacin, Dhaka Univ. J. Pharm. Sci. 13(2): 175-180.

[2]Anita, B., Dominick, C., Tomislav, F., Branko, K. and Vladimir, S. (2010), Schiff bases derived from hydroxyaryl aldehyde: molecular and crystal structure, tautomerism, quinoid effect, coordination compounds, Macedonian journal of chemistry and chemical engineering. vol. 29, no. 2, pp. 117 - 138.

[3]Bharat, A.M., Pratik, N. D. and Pratik, B.T. (2015) Synthesis of Schiff bases and their transition metal complexes characterization & application, International Journal of Science, Technology. 04(01).

[4]Chaudhary, N.K. (2013) Synthesis and medicinal use of Metal Complexes of Schiff bases, a multidisciplinary Journal of Science, Technology and Mathematics.9 (1):75-80.

[5]Gomathi, V., Selvameena, R., Subbalakshmi, R. and

Valak, M. (2013), Synthesis, spectral characterization and antimicrobial screening of Mn(II) and Zn(II) complexes derived from (E)-1-((P-tolylimino)methyl)naphthalene-2-ol) Oriental Journal of Chemistry and Pharmaceutical Sciences, 29(2): 533 - 538.

[6]Ibrahim, A. K., Yusuf, B. A. and Hamisu, A. (2017), Synthesis, Characterization and Antimicrobial Studies of Cu(II) and Zn(II) Complexes with the Schiff base N-salicylidene-4-chloroaniline, Chemsearch Journal, 8(2): 68 - 74.

[7]Ibrahim, A. K., Yusuf, B. A. and Sambo, B.U. (2018), Synthesis, Characterization and Antimicrobial activity of Mn(II), Co(II) and Ni(II) Complexes with Schiff base derived from 4-chloroaniline and salicylaldehyde, Bayero Journal of Pure and Applied Science, 11(1): 61 - 66.

[8]Ikechukwu, P.E. and Peter, A.A. (2015), Synthesis characterization antioxidant and antibacterial studies of some metal(II) complexes of tetradentate Schiff base ligand: (4E)-4-[(2-((E)-[1-(2,4-dihydroxyphenyl)ethylidene]amino)ethyl)imino]pentan-2-one, Hindawi publishing corporation bioinorganic chemistry and applications, Volume 2015, Article ID 890734, 9 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2015/890734>.

[9]Iniama, G.E. Isaac, T.I. (2013), Synthesis, Characterization and Antimicrobial Studies of Mn(II) Co(II) and Zn(II) Schiff base Complexes Derived from L-Arginine and 2-Hydroxy-1-Naphthaldehyde, International Journal of Science and Research 4(6): 979 - 982.

[10]Jai, D., Suman, D. and Ashwani, K. (2016), Synthesis, antibacterial evaluation and QSAR analysis of Schiff base complexes derived from [2,2'-(ethylenedioxy)bis(ethylamine)] and aromatic aldehyde, Journal of Royal Society of Chemistry, (7): 932.

[11]Javed, I. (2006), Biological properties of Chloro-salicylidene Amine and Complexes with Co(II) and Cu(II). Turk. Journal of Biochemistry, 30(1):1-4.

[12]Lakehala, I., Farhi, H., Saoussen, L., Abbas, B. and Abdelhafid, D. (2016), New Cerium(III) Complex of Schiff Base (E)-N-Benzylidene-4-Methoxyaniline: Synthesis and Density Functional Theoretical Study of Vibrational Spectra Orient. J. Chem., Vol. 32(2), 903-919.

[13]Moamens R and Ibrahim, M. (2013), Spectroscopic, Structural and Electrical Conductivity studies of Cu(II), Ni(II) and C(II) Complexes derived from 4-acetylpyridine with

thiosemicarbazide. *International journal of Electrochemical Science*. 1(8): 9898–9917.

[14]Muzammil, K., Trivedi, P. and Khetani, D.B, (2015), Synthesis and characterization of Schiff base m-nitro aniline and their complexes, *Research Journal of Chemical Sciences*, 5(5), 52–55.

[15]Neelofar, N.A., Adnan K., Salma, A., Noureen, A.K. and Muhammad, B. (2017), Synthesis of Schiff bases derived from 2-hydroxy-1-naphthaldehyde, and their Tin(II) complexes for antimicrobial and antioxidant activities, *Bull. Chem. Soc. Ethiop.* 2017, 31(3), 445–456.

[16]Rajendra, A.P., Mishra, A.T and Gupta S.K.(2012), Microwave synthesis, spectral, thermal and antimicrobial activities of Co(II), Ni(II) and Cu(II) Schiff base metal complexes, *Research Article-018*, 12(2).

[17]Saif, M.H., El-Shafiy, M.M., Mashaly, M.F., Eid, A.I. and Nabeel, R.F. (2016), Synthesis characterization and antioxidant/Cytotoxic activity of new chromone Schiff base

nanocomplexes of Zn(II), Cu(II), Ni(II) and Co(II), *Journal of Molecular Structure*, doi:10.1016/j.molstruc.2016.03.060.

[18]Siddappa, K. and Nabiya, S.M. (2014), Synthesis, spectroscopic investigation and biological evaluation of some transition metal complexes of a 3-(((2-hydroxyquinolin-3-methylene) hydrazone)indolin-2-One, *International Journal of bio pharmaceutical sciences*, 5(4): 162 – 174.

[19]Uddin, M.N., Salam, M.A., Chowdhury, D.A., Sultana, J. and Halim, M.E. (2014), Trigonal Pyramidal Pb (II) Complexes of Schiff bases of Orthoaminophenol: Synthesis, Characterization and Antibacterial Evaluation. *International Journal of Advanced Research in Chemical Science* 1(6): 47–56.

[20]Yusuf, B.A., Ibrahim, A.K. and Hamisu, A. (2018), Synthesis, Physico-chemical and antimicrobial evaluation of Cu(II), Fe(II), Mn(II) Complexes with Schiff base derived from sulphanilamine and salicylaldehyde, *Chemsearch Journal*, 9(1): 1 – 8, June, 2018.