การศึกษาสีผสมอาหารสีแดงและสีส้มบางชนิดโดยวิธีโพลาโรกราฟ

นางสาวสุนทรี ธรรมากรกุล

005806

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาเคมี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2522

i 17981815

POLAROGRAPHIC STUDY OF SOME RED AND ORANGE FOOD DYES

Miss Soontaree Thanmagornkul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Chemistry

Graduate School

Chulalongkorn University

1979

Thesis	Polarographic study of Some Red and Orange Food Dyes
By	Miss Soontaree Thanmagornkul
Department	Chemistry
Thesis Advisor	Associate Professor Proespun Kanatharana, Ph.D.

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in partial fulfillment of the requirements for the Master's degree.

.....S. Bunnag.....Dean of Graduate School

(Associate Professor Supradit Bunnag, Ph.D.)

Thesis Committee

.....Pirawan Bhanthumnavin.....Chairman

(Associate Professor Pirawan Bhanthumnavin, Ph.D.)

.....Boonsalpa Boontinand.....Member

(Mrs.Boonsalpa Boontinand, D.R.C.)

.....Siri Varothai.....Member

(Associate Professor Siri Varothai, Ph.D.)

.....Proespun Kanatharana.....Member

(Associate Professor Proespun Kanatharana, Ph.D.)

Copyright of the Graduate School, Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาสีผสมอาหารสีแดงและสีส้มบางชนิดโดยวิธีโพลาโรกราฟ
ชื่อนิสิต นางสาว สุนทรี ธรรมากรกุล
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. เพริศพรรณ คณาชารณา
ภาควิชา เคมี
ปีการศึกษา 2522

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

สีอาหารที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นสีอาหารที่มีความบริสุทธิ์สูงตามที่ได้ทำการทดสอบโดยวิธีเปเปอร์โครมาโตกราฟและสเปคโตรโฟโตเมตรี สีอาหารเหล่านี้คือ อะมะแรนท์ ปองโซ 4 อาร์ ซันเซท เยลโลว์ เอฟซีเอฟ ออร์เรนจ์ อาร์เอ็น และ ออร์เรนจ์ จี การศึกษาพฤติกรรมทางโพลาโรกราฟของสีเหล่านี้ในสารละลาย 0.1 โมลาร์เตตระ-เอทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ 0.1 โมลาร์โพแทสเซียมคลอไรด์ และ 0.1 โมลาร์โพแทสเซียมไนเตรต ได้กระทำที่ค่าความเป็นกรด (pH) 1-12 โดยใช้แมคอิลเวนและไมเคลลิสบัฟเฟอร์ ปรากฏว่ามีรีดักชันเวฟ (reduction wave) ของสีทุกชนิดเพียงหนึ่งเวฟยกเว้น ออร์เรนจ์ จี ซึ่งมีรีดักชันเวฟสองเวฟในระหว่างค่าความเป็นกรด 3.6-4.5 เวฟแรกเกิดที่ค่าความเป็นกรดต่ำกว่า 3.6 และเวฟที่สองเกิดที่ค่าความเป็นกรดสูงกว่า 3.6 เวฟที่สมบูรณ์แบบ (well-defined wave) เกิดขึ้นที่ค่าความเป็นกรดระหว่าง 4.0-12.0 สำหรับอะมะแรนท์ ค่าความเป็นกรดระหว่าง 1.4-12.0 สำหรับ ปองโซ 4 อาร์ ค่าความเป็นกรดระหว่าง 3.5-12.0 สำหรับ ซันเซท เยลโลว์ เอฟซีเอฟ ค่าความเป็นกรดระหว่าง 2.4-12.0 สำหรับ ออร์เรนจ์ อาร์เอ็น และค่าความเป็นกรดระหว่าง 3.5-12.0 สำหรับ ออร์เรนจ์ จี ค่าของฮาล์ฟเวฟโพเทนเชียล (half wave potential) ของสารละลายของสีได้แปรไปยังค่าลบมากขึ้นเมื่อค่าความเป็นกรดสูงขึ้น และกระแสดิฟฟิวชัน (diffusion current) ได้แปรไปตามความเป็นกรดด้วย ค่า พี เค เอ (pKa) ของปองโซ 4 อาร์ ซันเซท เยลโลว์ เอฟซีเอฟ

และ ออร์เรนจ์ อาร์เอ็น ได้พบว่ามีค่าเป็น 3.60 5.20 และ 5.50 ตามลำดับ

รีเวิร์สซิบิลิตีได้ตรวจพบในค่าความเป็นกรดระหว่าง 4.0–12.0 สำหรับอะมะแรนท์ และ ปองโซ 4 อาร์ ค่าความเป็นกรดระหว่าง 5.5–12.0 สำหรับซันเซท เยลโลว์ เอฟซีเอฟ และ ออร์เรนจ์ อาร์เอ็น และค่าความเป็นกรดระหว่าง 4.5–12.0 สำหรับเวฟที่สองของ ออร์เรนจ์ จี ปฏิกิริยารีดักชันทางโพลาโรกราฟของสีเหล่านี้ได้พบว่าเกี่ยวข้องกับอิเลกตรอน 2 ตัวและโปรตอน 2 ตัว

ความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างกระแสดิฟฟิวชันและความเข้มข้นของสีได้ปรากฏในช่วงความเข้มข้น 10^{-6}–10^{-4} โมลาร์ และมีขีดจำกัดในการหาปริมาณเป็น 4.0×10^{-6} โมลาร์ ยกเว้น ออร์เรนจ์ อาร์เอ็น ซึ่งมีขีดจำกัดในการหาปริมาณเป็น 3.0×10^{-6} โมลาร์

สีส้มในไบเลย์ แฟนต้า และ กรีนสปอต ได้ตรวจพบว่าเป็น ซันเซท เยลโลว์ เอฟซีเอฟ และ มีปริมาณซันเซท เยลโลว์ เอฟซีเอฟ ในเครื่องดื่มเหล่านี้ในช่วง 7.54–13.72 มิลลิกรัมต่อหนึ่งลิตร

Thesis Title Polarographic Study of Some Red and Orange Food Dyes

Name Miss Soontaree Thanmakorngul

Thesis Advisor Associate Professor Proespun Kanatharana, Ph.D.

Department Chemistry

Academic Year 1979

ABSTRACT

The food dyes used are in high purity, tested by paper chromatographic and spectrophotometric methods; they are Amaranth, Ponceau 4R, Sunset Yellow FCF, Orange RN and Orange G. Their polarographic behaviors in 0.1 M $(C_2H_5)_4NCl$, 0.1M KCl and 0.1 M KNO_3 were studied at pH 1-12, using McIlvaine and Michaelis buffers. One single reduction wave was obtained for every dye studied except Orange G which provided two waves in the pH 3.6-4.5, the first reduction wave appeared in pH lower than 3.6 and the second wave occurred in pH higher than 3.6. Well defined waves were produced in pH 4.0-12.0 for Amaranth, pH 1.4-12.0 for Ponceau 4R, pH 3.5-12.0 for Sunset Yellow FCF, pH 2.4-12.0 for Orange RN and pH 3.5-12.0 for Orange G. The half wave potential of the dye solution shifted to more negative potential as its pH increased and its diffusion current was also dependent on pH. The pKa of Ponceau 4R, Sunset Yellow FCF and Orange RN were found to be 3.60, 5.20 and 5.50, respectively.

The reversibilities were detected in pH 4.0-12.0 for Amaranth and Ponceau 4R, pH 5.5-12.0 for Sunset Yellow FCF and Orange RN and pH 4.5-12.0 for the second wave of Orange G. It was

also found that the polarographic reductions of these dyes involved 2 electrons and 2 protons.

A linear relationship between the diffusion current and the dye concentration was resulted in the concentration range 10^{-6}-10^{-4}M as well as the limit of detection was 4.0×10^{-6}M for every dye studied except Orange RN which the detection limit was 3.0×10^{-6}M.

The orange color in Fireley's, Fanta and Green Spot was proved to be Sunset Yellow FCF and the contents in these beverages were found in the range 7.54-13.72 mg/dm^3.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author wishes to express the extremely grateful acknowledgement to her advisor Dr.Proespun Kanatharana for her helpful guidance and assistance throughout this work. The author wishes to express her appreciation to Mrs.Boonsalpa Boontinand, Dr.Pirawan Bhanthumnavin and Dr.Siri Varothai for their helps as thesis examiners. The author also wishes to thank the University Development Commission for granting scholarships.

LIST OF TABLES

Table — Page

1 R_f values of Amaranth, Ponceau 4R, Orange G, Orange RN and Sunset Yellow FCF.....26

2 Absorption characteristics of dyes in the visible region.....33

3 Effect of pH on the half wave potential of Amaranth in 0.1 M $(C_2H_5)_4NCl$.....38

4 Effect of pH on the half wave potential of Amaranth in 0.1 M KCl.....39

5 Effect of pH on the half wave potential of Amaranth in 0.1 M KNO_3.....40

6 Effect of pH on the half wave potential of Ponceau 4R in 0.1 M $(C_2H_5)_4NCl$.....47

7 Effect of pH on the half wave potential of Ponceau 4R in 0.1 M KCl.....48

8 Effect of pH on the half wave potential of Ponceau 4R in 0.1 M KNO_3.....49

9 Effect of pH on the half wave potential of Sunset Yellow FCF in 0.1 M $(C_2H_5)_4NCl$.....56

10 Effect of pH on the half wave potential of Sunset Yellow FCF in 0.1 M KCl.....57

11 Effect of pH on the half wave potential of Sunset Yellow FCF in 0.1 M KNO_3.....58

12 Effect of pH on the half wave potential of Orange RN in 0.1 M $(C_2H_5)_4NCl$.....65

CONTENTS

PAGE

ABSTRACT (IN THAI).....iv

ABSTRACT.....vi

ACKNOWLEDGEMENTS.....viii

LIST OF TABLES.....x

LIST OF FIGURES.....xiii

CHAPTER

I INTRODUCTION..... 1

II POLAROGRAPHY AND PAPER CHROMATOGRAPHY..... 6

III EXPERIMENT

3.1 Chemicals and reagents.....19

3.2 Apparatus.....20

3.3 Procedure.....21

IV RESULTS AND DISCUSSION

4.1 Purities of the dyes.....24

4.2 Polarographic behavior.....27

4.3 Food colors in some beverages.....95

V CONCLUSION AND RECOMMENDATION.....108

BIBLIOGRAPHY.....111

VITA..... 115

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF TABLES (continued)

Table Page

13 Effect of pH on the half wave potential of Orange RN in 0.1 M KCl....66

14 Effect of pH on the half wave potential of Orange RN in 0.1 M KNO_3....67

15 Effect of pH on the half wave potential of Orange G in 0.1 M $(C_2H_5)_4NCl$....74

16 Effect of pH on the half wave potential of Orange G in 0.1 M KCl....75

17 Effect of pH on the half wave potential of Orange G in 0.1 M KNO_3....76

18 Tests for reversibilities of Amaranth in various electrolytes....80

19 Tests for reversibilities of Ponceau 4R in various electrolytes....81

20 Tests for reversibilities of Sunset Yellow FCF in various electrolytes....83

21 Tests for reversibilities of Orange RN in various electrolytes....85

22 Tests for reversibilities of Orange G in various electrolytes....86

23 Numbers of electron transferred and proton transported for Amaranth....89

24 Numbers of electron transferred and proton transported for Ponceau 4R....90

LIST OF TABLES (continued)

Page

25 Numbers of electron transferred and proton transported for Sunset Yellow FCF.....91

26 Numbers of electron transferred and proton transported for Orange RN.....92

27 Numbers of electron transferred and proton transported for Orange G.....93

28 The relationships between the concentrations and the diffusion currents of Amaranth, Ponceau 4R, Sunset Yellow FCF, Orange RN and Orange G.....96

29 R_f values of the red and orange colors in some beverages....100

30 The maximum absorption wavelengths of the dyes in some beverages in acid solution.....102

31 Results of the determinations of Sunset Yellow FCF in some beverages.....107

LIST OF FIGURES

Figure		Page
1	Polarogram for cadmium ion	8
2	Paper chromatogram of two-component mixture	15
3	Graphic representation of the standard addition method	17
4	Paper chromatogram of dyes	25
5A	Comparison of UV-visible spectra of Amaranth between literature and experiment	28
5B	Comparison of UV-visible spectra of Ponceau 4R between literature and experiment	29
5C	Comparison of UV-visible spectra of Sunset Yellow FCF between literature and experiment	30
5D	Comparison of UV-visible spectra of Orange RN between literature and experiment	31
5E	Comparison of UV-visible spectra of Orange G between literature and experiment	32
6	The polarograms of Amaranth in 0.1 M $(C_2H_5)_4NCl$	35
7	The polarograms of Amaranth in 0.1 M KCl	36
8	The polarograms of Amaranth in 0.1 M KNO_3	37
9	The effects of pH on the half wave potentials of Amaranth	41
10	The effects of pH on the diffusion currents of Amaranth	42
11	The polarograms of Ponceau 4R in 0.1 M $(C_2H_5)_4NCl$	43
12	The polarograms of Ponceau 4R in 0.1 M KCl	44
13	The polarograms of Ponceau 4R in 0.1 M KNO_3	45

LIST OF FIGURES (continued)

Figure		Page
14	The effects of pH on the half wave potentials of Ponceau 4R	50
15	The effects of pH on the diffusion currents of Ponceau 4R	51
16	The polarograms of Sunset Yellow FCF in 0.1 M $(C_2H_5)_4NCl$	52
17	The polarograms of Sunset Yellow FCF in 0.1 M KCl	53
18	The polarograms of Sunset Yellow FCF in 0.1 M KNO_3	54
19	The effects of pH on the half wave potentials of Sunset Yellow FCF	59
20	The effects of pH on the diffusion currents of Sunset Yellow FCF	60
21	The polarograms of Orange RN in 0.1 M $(C_2H_5)_4NCl$	61
22	The polarograms of Orange RN in 0.1 M KCl	62
23	The polarograms of Orange RN in 0.1 M KNO_3	63
24	The effects of pH on the half wave potentials of Orange RN	68
25	The effects of pH on the diffusion currents of Orange RN	69
26	The polarograms of Orange G in 0.1 M $(C_2H_5)_4NCl$	71
27	The polarograms of Orange G in 0.1 M KCl	72
28	The polarograms of Orange G in 0.1 M KNO_3	73
29	The effects of pH on the half wave potentials of Orange G	77

LIST OF FIGURES (continued)

Figure		Page
30	The effects of pH on the diffusion currents of Orange G	78
31A	The relationship between the concentration and the diffusion current of Amaranth	97
31B	The relationship between the concentration and the diffusion current of Ponceau 4R	97
31C	The relationship between the concentration and the diffusion current of Sunset Yellow FCF	98
31D	The relationship between the concentration and the diffusion current of Orange RN	98
31E	The relationship between the concentration and the diffusion current of Orange G	99
32	Graphical determination of Sunset Yellow FCF in Bireley's	103
33	Graphical determination of Sunset Yellow FCF in Fanta	104
34	Graphical determination of Sunset Yellow FCF in Green Spot	105