

สารบัญ

หน้า

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| กิตติกรรมประกาศ             | ค   |
| บทคัดย่อภาษาไทย             | ง   |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ          | ฉ   |
| สารบัญ                      | ช   |
| สารบัญตาราง                 | ซ   |
| สารบัญภาพ                   | ญ   |
| บทที่ 1 บทนำและวัตถุประสงค์ | 1   |
| บทที่ 2 ทบทวนเอกสาร         | 3   |
| บทที่ 3 วิธีการวิจัย        | 12  |
| บทที่ 4 ผลการวิจัย          | 24  |
| บทที่ 5 อภิปรายผลการวิจัย   | 90  |
| บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย      | 95  |
| บรรณานุกรม                  | 96  |
| ภาคผนวก ก                   | 100 |
| ภาคผนวก ข                   | 112 |
| ประวัติผู้วิจัย             | 117 |

## สารบัญตาราง

| ตาราง                                                                                                                               | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. ชนิด และปริมาณสาหร่ายที่พบในน้ำพุร้อนทั้ง 9 แหล่งในเขตภาคเหนือตอนบน<br>ของประเทศไทยตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์ 2542 ถึง สิงหาคม 2543 | 27   |
| 2. ชนิด และปริมาณสาหร่ายที่พบในน้ำพุร้อนสันกำแพงในฤดูแล้ง และฤดูฝน                                                                  | 34   |
| 3. ชนิด และปริมาณสาหร่ายที่พบในน้ำพุร้อนโป่งเดือดในฤดูแล้ง และฤดูฝน                                                                 | 35   |
| 4. ชนิด และปริมาณสาหร่ายที่พบในน้ำพุร้อนเทพนมในฤดูแล้ง และฤดูฝน                                                                     | 37   |
| 5. ชนิด และปริมาณสาหร่ายที่พบในน้ำพุร้อนแม่ฝางในฤดูฝน                                                                               | 39   |
| 6. ชนิด และปริมาณสาหร่ายที่พบในโป่งน้ำร้อนคอยสะเกิดในฤดูแล้ง และฤดูฝน                                                               | 41   |
| 7. ชนิด และปริมาณสาหร่ายที่พบในน้ำพุร้อนแจ้ซ้อนในฤดูแล้ง และฤดูฝน                                                                   | 43   |
| 8. ชนิด และปริมาณสาหร่ายที่พบในน้ำพุร้อนท่าปายในฤดูแล้ง และฤดูฝน                                                                    | 44   |
| 9. ชนิด และปริมาณสาหร่ายที่พบในโป่งน้ำร้อนแม่จันสันกำแพงในฤดูแล้ง และฤดูฝน                                                          | 46   |
| 10. ชนิด และปริมาณสาหร่ายที่พบในน้ำพุร้อนห้วยหมากเหล็กในฤดูฝน                                                                       | 47   |
| 11. คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ และเคมีบางประการของน้ำพุร้อนสันกำแพง (SKP)<br>อุณหภูมิ 30-80 °C ในฤดูแล้ง และฤดูฝน                       | 101  |
| 12. คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ และเคมีบางประการของน้ำพุร้อนโป่งเดือด (PD) อุณหภูมิ<br>30-80 °C ในฤดูแล้ง และฤดูฝน                       | 101  |
| 13. คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ และเคมีบางประการของน้ำพุร้อนเทพนม (TPN) อุณหภูมิ<br>30-80 °C ในฤดูแล้ง และฤดูฝน                          | 102  |
| 14. คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ และเคมีบางประการของน้ำพุร้อนแม่ฝาง (MF)<br>อุณหภูมิ 30-80 °C ในฤดูฝน                                     | 102  |
| 15. คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ และเคมีบางประการของโป่งน้ำร้อนคอยสะเกิด (DSK)<br>อุณหภูมิ 30-80 °C ในฤดูแล้ง และฤดูฝน                    | 103  |
| 16. คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ และเคมีบางประการของน้ำพุร้อนแจ้ซ้อน (JS)<br>อุณหภูมิ 30-80 °C ในฤดูแล้ง และฤดูฝน                         | 103  |
| 17. คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ และเคมีบางประการของน้ำพุร้อนท่าปาย (TP)<br>อุณหภูมิ 30-80 °C ในฤดูแล้ง และฤดูฝน                          | 104  |

| ตาราง                                                                                                                                                       | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 18. คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ และเคมีบางประการของโป่งน้ำพุร้อนแม่จัน (MJ)<br>อุณหภูมิ 30-80 °C ในฤดูแล้ง และฤดูฝน                                              | 104  |
| 19. คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ และเคมีบางประการของน้ำพุร้อนห้วยหมากเหลี่ยม(HML)<br>อุณหภูมิ 30-80 °C ในฤดูฝน                                                    | 105  |
| 20. การวิเคราะห์ข้อมูลชนิดสหราชอาณาจักรตามระดับอุณหภูมิ เปรียบเทียบกับฤดูกาลโดยใช้<br>Non parametric Statistics โดยใช้การเปรียบเทียบแบบ Kruskal Wallis Test | 106  |
| 21. การวิเคราะห์ข้อมูลชนิดสหราชอาณาจักรตามระดับอุณหภูมิ เปรียบเทียบกับฤดูกาลโดยใช้<br>Non parametric Statistics โดยใช้การเปรียบเทียบแบบ Mann-Whitney Test   | 107  |
| 22. การวิเคราะห์ข้อมูลชนิดสหราชอาณาจักรตามระดับอุณหภูมิ เปรียบเทียบกับฤดูกาลโดยหา<br>ความสัมพันธ์แบบ Correlations Analysis                                  | 108  |
| 23. การวิเคราะห์ข้อมูลชนิดสหราชอาณาจักร เปรียบเทียบกับปัจจัยทางกายภาพ และเคมีที่ทำการ<br>ศึกษา โดยหาความสัมพันธ์แบบ Correlations Analysis                   | 110  |

สารบัญภาพ

| รูป                                                                                             | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. การเกิดน้ำพุร้อนทางภาคเหนือของประเทศไทย                                                      | 3    |
| 2. แหล่งน้ำพุร้อนที่ทำการเก็บตัวอย่างทั้ง 9 แหล่ง                                               | 16   |
| 3. น้ำพุร้อนสันกำแพง                                                                            | 17   |
| 4. น้ำพุร้อนโป่งเดือด                                                                           | 18   |
| 5. น้ำพุร้อนเทพนม                                                                               | 19   |
| 6. โป่งน้ำร้อนคอยสะเก็ด                                                                         | 20   |
| 7. น้ำพุร้อนแจ้ซ้อน                                                                             | 21   |
| 8. น้ำพุร้อนท่าปาย                                                                              | 22   |
| 9. เปอร์เซ็นต์ชนิดสารละลายที่พบในแหล่งน้ำพุร้อนในเขตภาคเหนือตอนบน<br>ทั้ง 9 แหล่ง               | 30   |
| 10. เปอร์เซ็นต์ชนิดสารละลายที่พบตามช่วงระดับอุณหภูมิตั้งแต่ 30-80°C                             | 30   |
| 11. จำนวนชนิดสารละลายที่พบตามช่วงระดับอุณหภูมิตั้งแต่ 30-80°C                                   | 30   |
| 12. จำนวนชนิดสารละลายทั้งหมด ที่พบในแต่ละแหล่งน้ำพุร้อนทั้ง 9 แหล่ง                             | 33   |
| 13. จำนวนชนิดสารละลายที่พบในน้ำพุร้อนแต่ละแหล่งในฤดูแล้ง และฤดูฝน                               | 33   |
| 14 ก. สารละลายสีเขียวแกมน้ำเงินที่พบในน้ำพุร้อนบางแหล่งในเขตภาคเหนือตอนบน<br>ทั้ง 9 แหล่ง       | 57   |
| 14 ข. ภาพวาดสารละลายสีเขียวแกมน้ำเงินที่พบในน้ำพุร้อนบางแหล่งในเขตภาคเหนือ<br>ตอนบนทั้ง 9 แหล่ง | 58   |
| 15 ก. สารละลายสีเขียวแกมน้ำเงินที่พบในน้ำพุร้อนบางแหล่งในเขตภาคเหนือตอนบน<br>ทั้ง 9 แหล่ง       | 59   |
| 15 ข. ภาพวาดสารละลายสีเขียวแกมน้ำเงินที่พบในน้ำพุร้อนบางแหล่งในเขตภาคเหนือ<br>ตอนบนทั้ง 9 แหล่ง | 60   |
| 16 ก. สารละลายสีเขียวแกมน้ำเงินที่พบในน้ำพุร้อนบางแหล่งในเขตภาคเหนือตอนบน<br>ทั้ง 9 แหล่ง       | 61   |
| 16 ข. ภาพวาดสารละลายสีเขียวแกมน้ำเงินที่พบในน้ำพุร้อนบางแหล่งในเขตภาคเหนือ<br>ตอนบนทั้ง 9 แหล่ง | 62   |

| รูป                                                                                                        | หน้า |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 17 ก. สหารายสีเขียวแถมน้ำเงินที่พบในน้ำพุร้อนบางแหล่งในเขตภาคเหนือตอนบน<br>ทั้ง 9 แหล่ง                    | 63   |
| 17 ข. ภาพวาดสหารายสีเขียวแถมน้ำเงินที่พบในน้ำพุร้อนบางแหล่งในเขตภาคเหนือ<br>ตอนบนทั้ง 9 แหล่ง              | 64   |
| 18 ก. สหารายสีเขียวแถมน้ำเงินที่พบในน้ำพุร้อนบางแหล่งในเขตภาคเหนือตอนบน<br>ทั้ง 9 แหล่ง                    | 65   |
| 18 ข. ภาพวาดสหารายสีเขียวแถมน้ำเงินที่พบในน้ำพุร้อนบางแหล่งในเขตภาคเหนือ<br>ตอนบนทั้ง 9 แหล่ง              | 66   |
| 19 ก. ไคอะดอมที่พบในน้ำพุร้อนบางแหล่งในเขตภาคเหนือตอนบนทั้ง 9 แหล่ง                                        | 71   |
| 19 ข. ภาพวาดไคอะดอมที่พบในน้ำพุร้อนบางแหล่งในเขตภาคเหนือตอนบนทั้ง 9 แหล่ง                                  | 72   |
| 20 ก. ไคอะดอมที่พบในน้ำพุร้อนบางแหล่งในเขตภาคเหนือตอนบนทั้ง 9 แหล่ง                                        | 73   |
| 20 ข. ภาพวาดไคอะดอมที่พบในน้ำพุร้อนบางแหล่งในเขตภาคเหนือตอนบนทั้ง 9 แหล่ง                                  | 74   |
| 21. ภาพถ่าย SEM ไคอะดอมที่พบในน้ำพุร้อนบางแหล่งในเขตภาคเหนือตอนบน<br>ทั้ง 9 แหล่ง                          | 75   |
| 22 ก. สหารายสีเขียว และสหารายพวกยูกลีโนยด์ที่พบในน้ำพุร้อนบางแหล่งในเขต<br>ภาคเหนือตอนบนทั้ง 9 แหล่ง       | 78   |
| 22 ข. ภาพวาดสหารายสีเขียว และสหารายพวกยูกลีโนยด์ที่พบในน้ำพุร้อนบางแหล่ง<br>ในเขตภาคเหนือตอนบนทั้ง 9 แหล่ง | 79   |
| 23. ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำพุร้อนทั้ง 9 แหล่งในช่วงอุณหภูมิ 30-80°C<br>ในฤดูแล้ง                      | 82   |
| 24. ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำพุร้อนทั้ง 9 แหล่งในช่วงอุณหภูมิ 30-80°C<br>ในฤดูฝน                        | 82   |
| 25. ค่าการนำไฟฟ้า ( $\mu\text{s.cm}^{-1}$ ) ของน้ำพุร้อนทั้ง 9 แหล่งในช่วงอุณหภูมิ 30-80°C<br>ในฤดูแล้ง    | 83   |
| 26. ค่าการนำไฟฟ้า ( $\mu\text{s.cm}^{-1}$ ) ของน้ำพุร้อนทั้ง 9 แหล่งในช่วงอุณหภูมิ 30-80°C<br>ในฤดูฝน      | 83   |
| 27. ค่าความเป็นด่าง ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) ของน้ำพุร้อนทั้ง 9 แหล่งในช่วงอุณหภูมิ 30-80°C<br>ในฤดูแล้ง     | 84   |

| รูป                                                                                                                  | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 28. ค่าความเป็นด่าง ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) ของน้ำพุร้อนทั้ง 9 แหล่งในช่วงอุณหภูมิ 30-80°C ในฤดูฝน                    | 84   |
| 29. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) ของน้ำพุร้อนทั้ง 9 แหล่งในช่วงอุณหภูมิ 30-80°C ในฤดูแล้ง      | 85   |
| 30. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) ของน้ำพุร้อนทั้ง 9 แหล่งในช่วงอุณหภูมิ 30-80°C ในฤดูฝน        | 85   |
| 31. ปริมาณซัลไฟด์ ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) ของน้ำพุร้อนทั้ง 9 แหล่งในช่วงอุณหภูมิ 30-80°C ในฤดูแล้ง                    | 86   |
| 32. ปริมาณซัลไฟด์ ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) ของน้ำพุร้อนทั้ง 9 แหล่งในช่วงอุณหภูมิ 30-80°C ในฤดูฝน                      | 86   |
| 33. ปริมาณ SRP ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) ของน้ำพุร้อนทั้ง 9 แหล่งในช่วงอุณหภูมิ 30-80°C ในฤดูแล้ง                       | 87   |
| 34. ปริมาณ SRP ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) ของน้ำพุร้อนทั้ง 9 แหล่งในช่วงอุณหภูมิ 30-80°C ในฤดูฝน                         | 87   |
| 35. ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) ของน้ำพุร้อนทั้ง 9 แหล่งในช่วงอุณหภูมิ 30-80°C ในฤดูแล้ง            | 88   |
| 36. ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) ของน้ำพุร้อนทั้ง 9 แหล่งในช่วงอุณหภูมิ 30-80°C ในฤดูฝน              | 88   |
| 37. ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) ของน้ำพุร้อนทั้ง 9 แหล่งในช่วงอุณหภูมิ 30-80°C ในฤดูแล้ง         | 89   |
| 38. ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) ของน้ำพุร้อนทั้ง 9 แหล่งในช่วงอุณหภูมิ 30-80°C ในฤดูฝน           | 89   |
| 39. การวิเคราะห์ข้อมูลชนิดสหราชอาณาจักรตามระดับอุณหภูมิ เปรียบเทียบกับฤดูกาลโดยใช้การเปรียบเทียบแบบ Cluster Analysis | 111  |