

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด-สูงสุด		Principle components					
		Min.	Max.	PC-1	PC-2	PC-3	PC-4	PC-5	PC-6
ฤดูร้อน (n=39)									
Width (m)	2.23	0.25	11.33	0.529*	0.597*	-0.045	-0.164	0.197	-0.414*
Depth (m)	0.12	0.01	0.34	0.449*	0.566*	-0.103	-0.363	0.011	0.175
Velocity (m/sec)	0.54	0.00	1.56	0.640*	0.374	0.049	0.070	0.241	0.253
Discharge (m ³ /sec)	2.51	0.00	23.51	0.623*	0.555*	-0.098	-0.098	0.376	0.258
Specific conductivity (us/cm)	171.85	20.70	501.33	0.694*	-0.610*	0.282	0.111	0.155	-0.093
Conductivity (us/cm)	166.56	19.30	495.93	0.615*	-0.614*	0.344	0.048	0.132	-0.232
Salinity (ppt)	0.08	0.00	0.27	0.675*	-0.615*	0.242	0.073	0.056	0.059
Dissolved oxygen (mg/l)	7.12	2.93	10.86	0.351	0.194	0.116	0.405	-0.195	0.075
Humidity (%)	44.97	22.00	78.00	0.548*	-0.280	-0.546*	-0.339	-0.381	-0.056
Water temperature (°C)	24.77	20.03	31.47	-0.089	0.046	0.837*	-0.347	0.045	-0.009
Air temperature (°C)	33.24	22.70	46.00	-0.511*	0.276	0.643*	0.307	0.168	0.042
Altitude (m)	607.33	242.00	1300.00	-0.412*	-0.121	-0.423*	0.251	0.599*	-0.055
Habitat	2.87	0.00	4.00	0.273	0.371	0.139	0.405	-0.541*	-0.151
Canopy cover	0.85	0.00	2.00	0.114	-0.244	-0.496*	0.553*	0.125	0.017
Riparian vegetation	1.23	0.00	2.00	0.359	0.394	0.097	0.630*	-0.084	-0.002
Water color	0.18	0.00	2.00	0.445*	0.059	0.002	-0.037	0.119	0.780*
% of variance				24.19	17.59	13.52	10.11	7.41	6.53
Cumulative				24.19	41.78	55.30	65.41	72.82	79.35

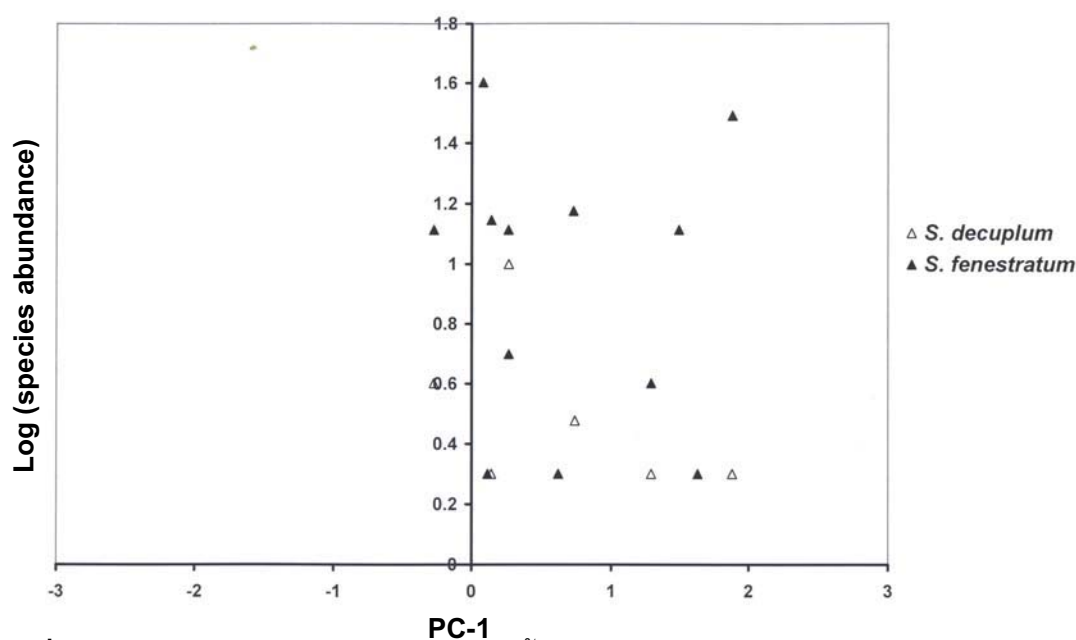
หมายเหตุ * = มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

6. ผลการวิเคราะห์ Correlation analysis ระหว่างการปรากฏชนิดของแมลงรืนดำที่พบในเขตภาคเหนือและ Principal components

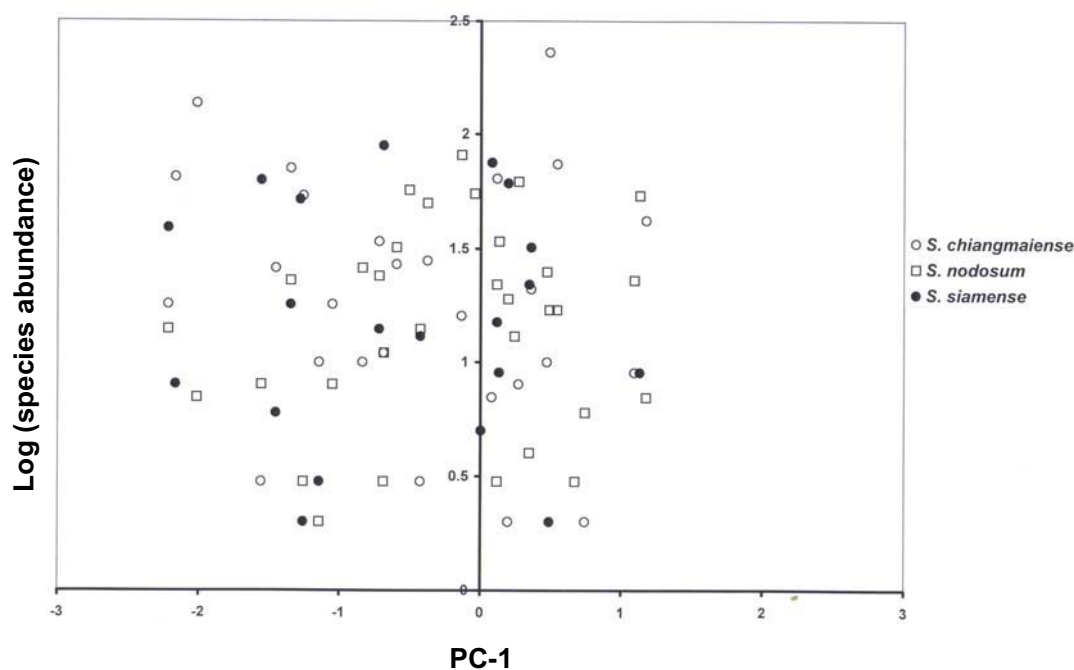
ฤดูฝน

ชนิดของแมลงรืนดำที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ PC-1 ได้แก่ *S. decuplum* และ *S. fenestratum* ชนิดที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับ PC-1 ได้แก่ *S. Chiangmaiense*, *S. nodosum* และ *S. siamense* (ตารางที่ 5) ดังนั้นเมื่อค่า PC-1 เพิ่มขึ้น จะพบแมลงรืนดำชนิด *S. decuplum* และ *S. fenestratum* เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 21) แต่พบ *S. Chiangmaiense*, *S. nodosum* และ *S. siamense* ลดลง (ภาพที่ 22) ดังนั้นเมื่อค่า PC-1 เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะแหล่งน้ำที่มีค่าการนำไฟฟ้าและค่าความเค็มของน้ำสูงมาก อุณหภูมิอากาศต่ำ ความชื้นอากาศสูง มีความกว้าง ความลึกและปริมาตรของน้ำที่ไหลน้อย จะพบแมลงรืนดำชนิด *S. decuplum* และ *S. fenestratum* เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม แมลงรืนดำบางชนิดมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ PC-2 ได้แก่ *S. Chiangmaiense*, *S. decuplum* และ *S. nodosum* ดังนั้นเมื่อค่า PC-2 เพิ่มขึ้น แสดงว่าแหล่งน้ำมีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลต่ำมาก มีความกว้าง ความลึกและปริมาตรของน้ำที่ไหลมาก อัตราความเร็วและและอุณหภูมิน้ำสูง จะมีแมลงรืนดำชนิด *S. Chiangmaiense*, *S. decuplum* และ *S. nodosum* เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 23) สำหรับ PC-3 พบว่าไม่มีแมลงรืนดำที่สัมพันธ์กับ PC-3 อย่างชัดเจน มีเพียงชนิดเดียวที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับ

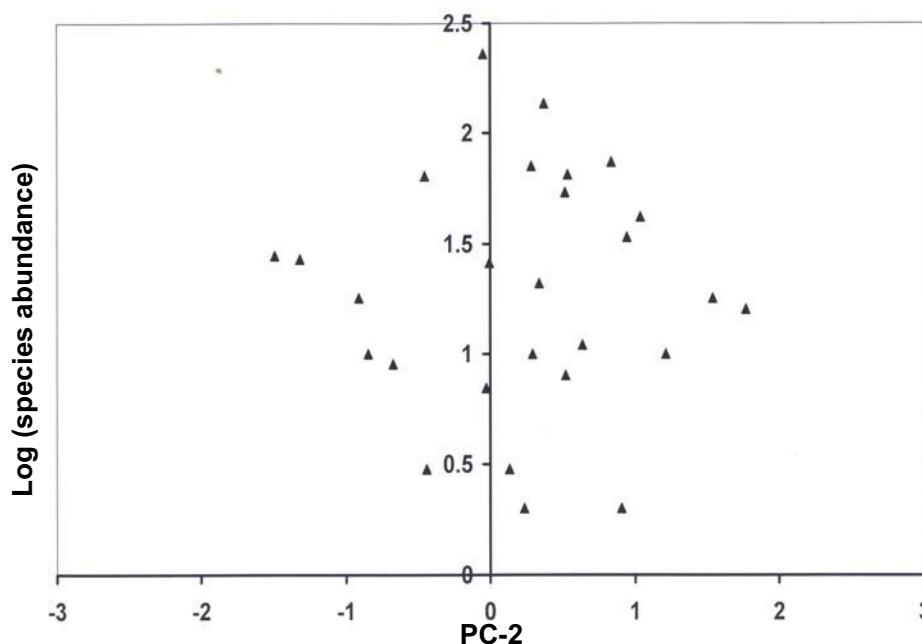
PC-3 ได้แก่ *S. quinquestriatum* นอกจากนี้พบแมลงวันดำชนิดเดียว ได้แก่ *S. chiangmaiense* ที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ PC-4 และมีแมลงวันดำ 2 ชนิด ได้แก่ *S. fenestratum* และ *S. tani* ที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ PC-5 จากตารางที่ 5 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแมลงวันดำแต่ละชนิดกับค่าตัวแปร PC-2, PC-3, PC-4 และ PC-5 มีค่าไม่สูงมาก ที่ระดับความเชื่อมั่นมากกว่า 95% ดังนั้นแสดงว่าแมลงวันดำแต่ละชนิดมีความสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำกับ PC-2, PC-3, PC-4 และ PC-5



ภาพที่ 21 ความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างแมลงวันดำชนิด *S. decuplum* และ *S. fenestratum* กับ PC-1 ในฤดูฝน



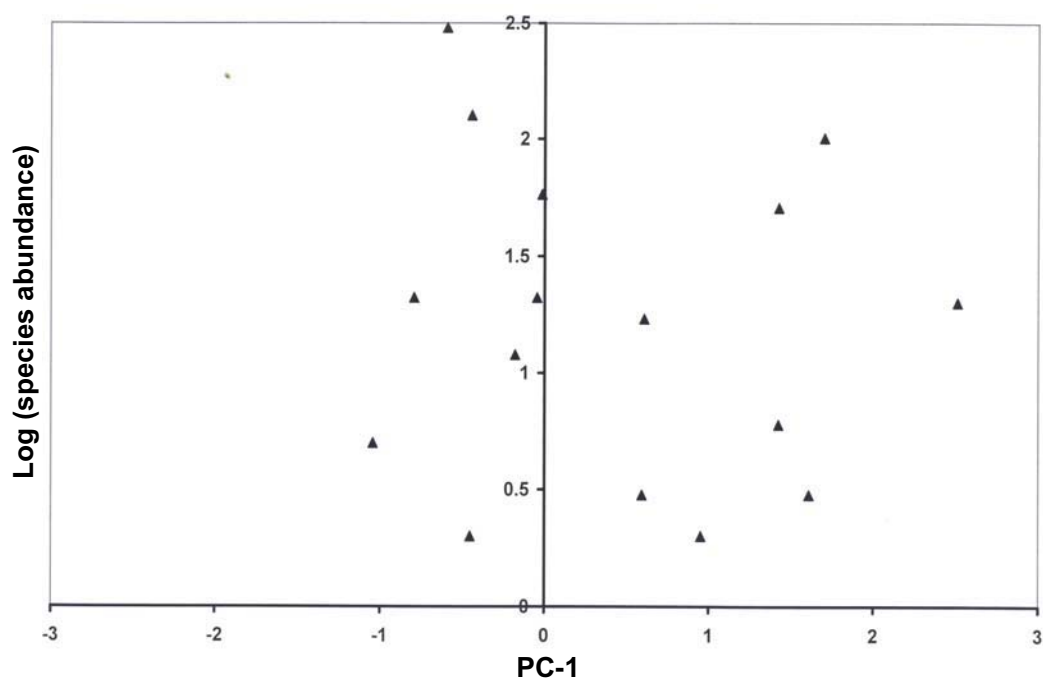
ภาพที่ 22 ความสัมพันธ์เชิงลบระหว่างแมลงวันดำชนิด *S. chiangmaiense*, *S. nodosum* และ *S. siamense* กับ PC-1 ในฤดูฝน



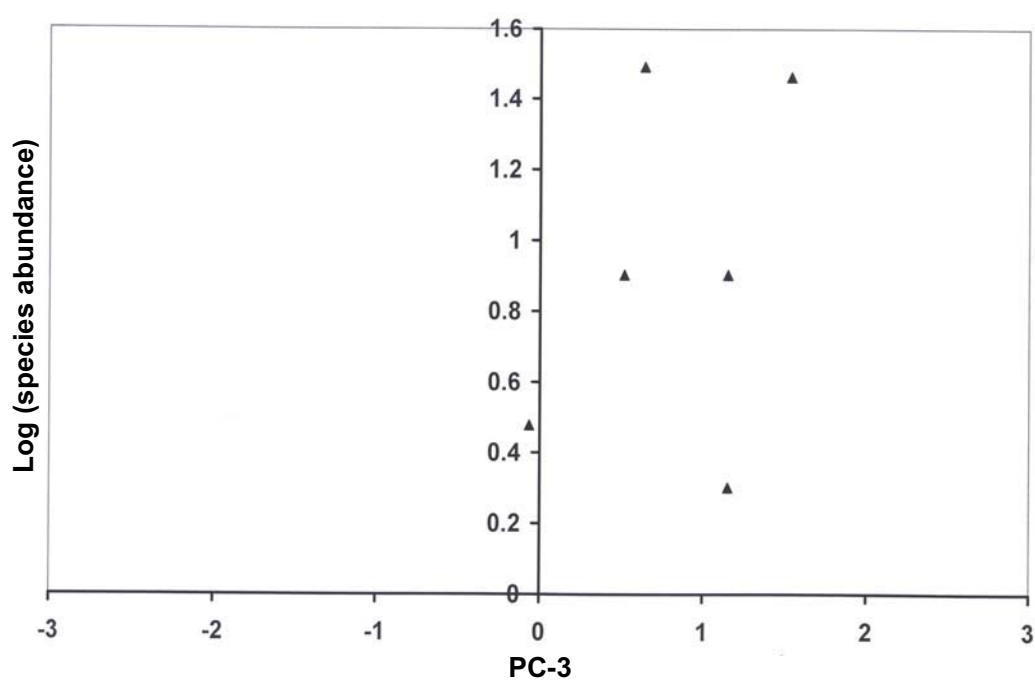
ภาพที่ 23 ความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างแมลงวันดำชนิด *S. chiangmaiense* กับ PC-2 ในฤดูฝน

ฤดูกาล

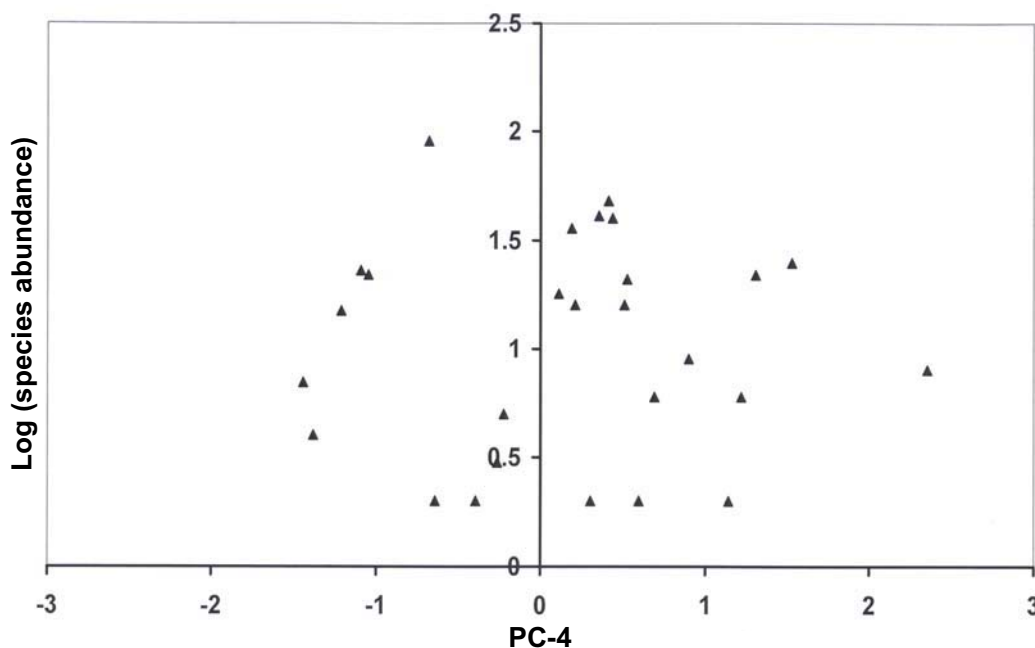
ชนิดของแมลงวันดำที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ PC-1 ได้แก่ *S. chamlongi* ชนิดที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับ PC-1 ได้แก่ *S. siamense* (ตารางที่ 5) ดังนั้นเมื่อค่า PC-1 เพิ่มขึ้น จะพบ *S. chamlongi* เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 24) แต่พบ *S. siamense* ลดลง แสดงว่า *S. chamlongi* มักอาศัยในแหล่งน้ำที่มีความกว้าง ความลึกและปริมาตรของน้ำที่ไหลมากและอัตราการเร็วของน้ำสูง ลักษณะน้ำค่อนข้างขุ่น ค่าการนำไฟฟ้าและความเค็มของน้ำต่ำ แมลงวันดำบางชนิดมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ PC-2 ได้แก่ *S. chamlongi* และ *S. sp. nr. rufibasis* ซึ่งมักอาศัยในแหล่งน้ำที่มีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลค่อนข้างต่ำ ความกว้างและปริมาตรของน้ำที่ไหลมาก อัตราความเร็วของน้ำสูง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ค่าการนำไฟฟ้าและค่าความเค็มของน้ำสูง อย่างไรก็ตามชนิด *S. sp. nr. rufibasis* มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ PC-3 เช่นกันและมีค่ามากกว่า PC-2 ดังนั้นชนิดที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ PC-3 จะเป็นชนิดที่มักอาศัยในแหล่งน้ำที่มีอัตราการปกคลุมของเรือนยอดสูง เนื่องจากมีป่าไม้อยู่บริเวณสองฝั่งของแหล่งน้ำ อุณหภูมิน้ำต่ำและน้ำค่อนข้างใสด้วย (ภาพที่ 25) สำหรับ PC-4 มีแมลงวันดำ 2 ชนิดที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ PC-4 ได้แก่ *S. nodosum* และ *S. siamense* เมื่อค่า PC-4 เพิ่มขึ้น จะสอดคล้องกับลักษณะแหล่งน้ำที่มีอุณหภูมิสูงและอากาศสูง ความชื้นอากาศต่ำ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำ จะพบ *S. nodosum* (ภาพที่ 26) และ *S. siamense* เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามพบว่า *S. fenestratum* มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ PC-5 แต่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ไม่สูงที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะแหล่งน้ำที่มีความชื้นอากาศสูงและปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำ



ภาพที่ 24 ความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างแมลงร้นดำชนิด *S. chamlongi* กับ PC-1 ในฤดูหนาว



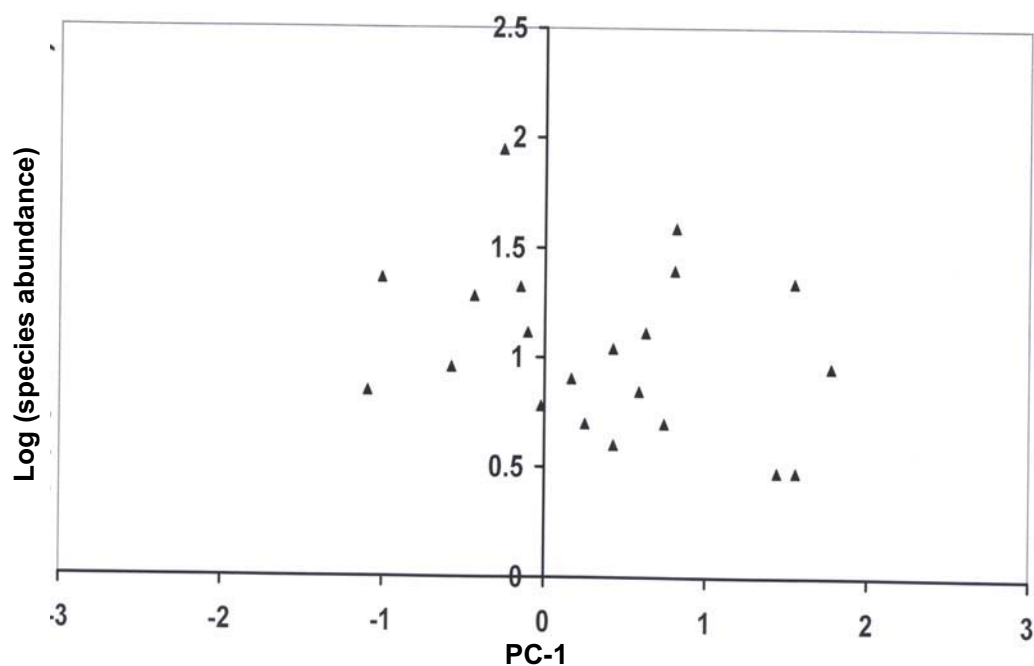
ภาพที่ 25 ความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างแมลงร้นดำชนิด *S. sp.nr. rufibasis* กับ PC-3 ในฤดูหนาว



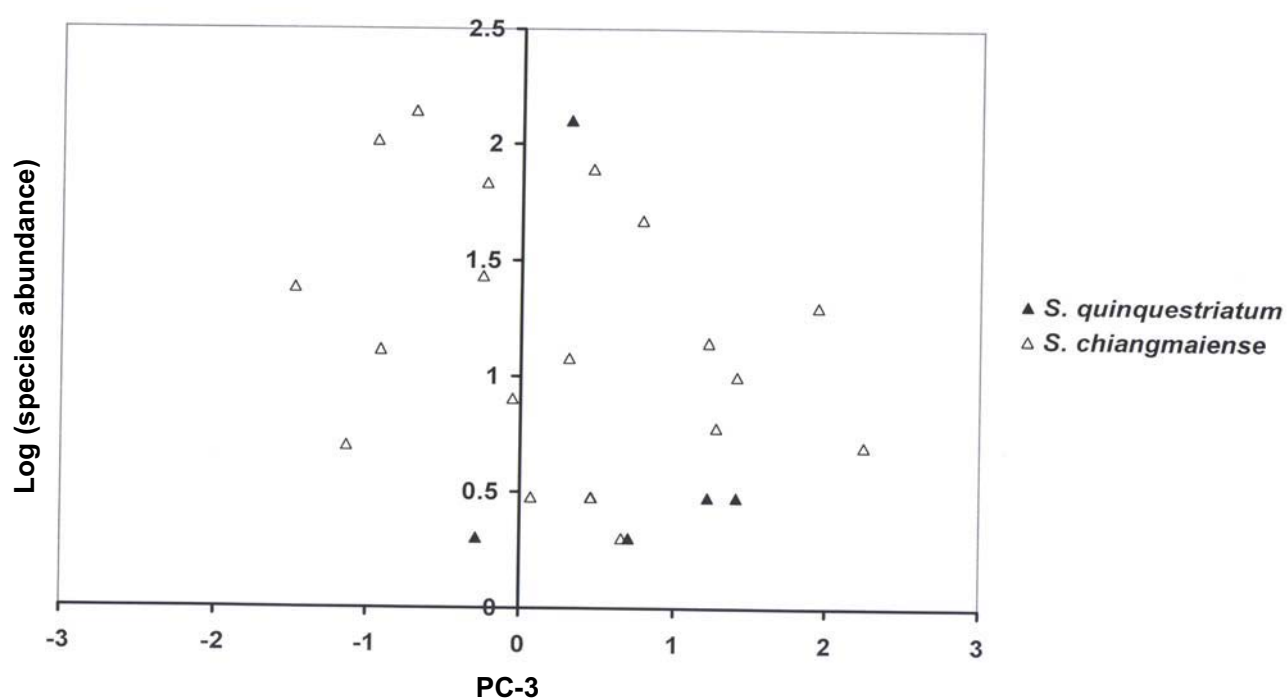
ภาพที่ 26 ความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างแมลงวันดำชนิด *S. nodosum* กับ PC-4 ในฤดูหนาว

ฤดูร้อน

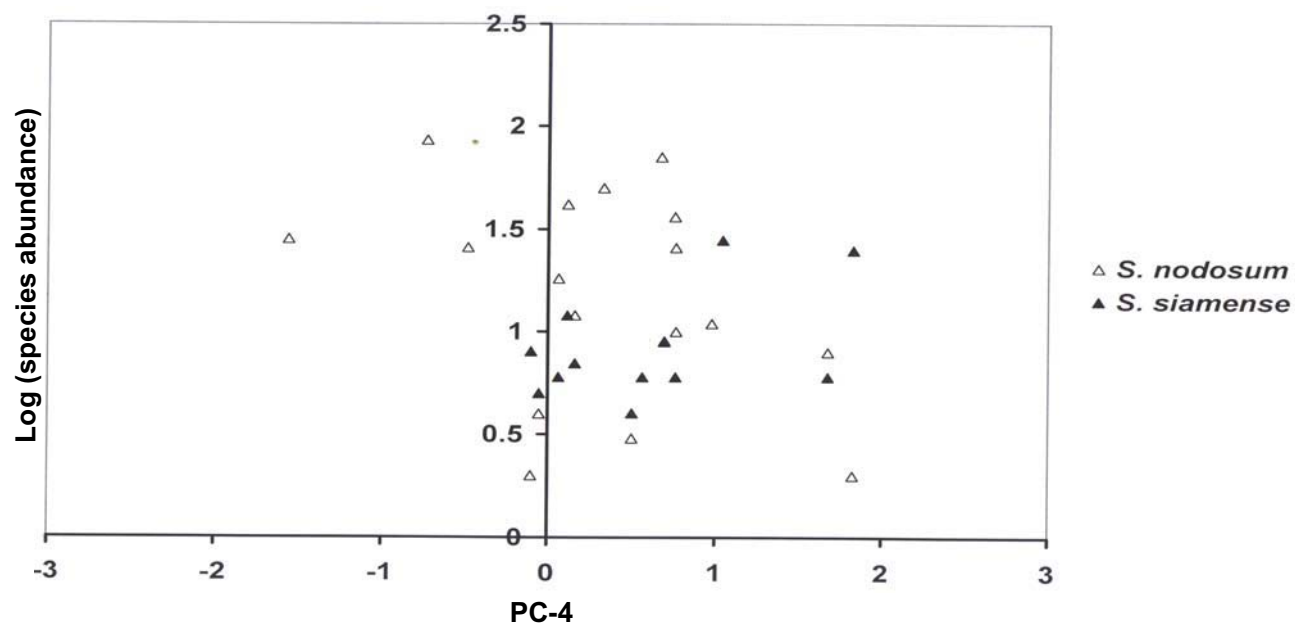
ชนิดของแมลงวันดำที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ PC-1 ได้แก่ *S. nakhonense* นอกจากนี้ยังมี *S. nodosum* ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ PC-1 และ *S. decuplum* สัมพันธ์เชิงลบกับ PC-1 เช่นกันแต่มีค่าไม่สูงมาก (ตารางที่ 5) เมื่อค่า PC-1 เพิ่มขึ้น จะพบ *S. nakhonense* (ภาพที่ 27) และ *S. nodosum* เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแหล่งน้ำที่อยู่ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลต่ำ ค่าการนำไฟฟ้า ความเค็มของน้ำสูง มีความกว้าง ความลึกและปริมาตรของน้ำที่ไหลมาก และมีอัตราการเร็ว น้ำสูง สำหรับ PC-2 มีแมลงวันดำ 3 ชนิดที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับ PC-2 ได้แก่ *S. Chiangmaiense*, *S. nakhonense* และ *S. nodosum* แต่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ไม่สูง นอกจากนี้ชนิด *S. Chiangmaiense* และ *S. quinquestratum* มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ PC-3 ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะ แหล่งน้ำที่อยู่ในบริเวณที่มีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลค่อนข้างต่ำ อัตราการปกคลุมของเรือนยอดต่ำ แสงแดดสามารถส่องถึงได้มาก ทำให้มีความชื้นอากาศต่ำ มีอุณหภูมิน้ำและอุณหภูมิอากาศสูง (ภาพที่ 28) สำหรับ PC-4 มีแมลงวันดำ 2 ชนิดที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ PC-4 อย่างเด่นชัด ได้แก่ *S. nodosum* และ *S. siamense* เมื่อค่า PC-4 เพิ่มขึ้นซึ่งหมายถึงแหล่งน้ำที่มีป่าไม้บริเวณสองฝั่งของลำธารและมีอัตราการปกคลุมของเรือนยอดสูง จะพบ *S. nodosum* และ *S. siamense* เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 29) นอกจากนี้พบว่าชนิด *S. parahiyangum* มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ PC-5 แต่ชนิด *S. nakhonense* มีความสัมพันธ์เชิงลบกับ PC-5 แต่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ไม่สูง สำหรับ PC-6 แมลงวันดำแต่ละชนิดมีความสัมพันธ์น้อยมาก จากตารางที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างแมลงวันดำแต่ละชนิดกับค่าตัวแปร พบว่าชนิดของแมลงวันดำที่สัมพันธ์กับ PC-2, PC-3, PC-5 และ PC-6 มีค่าไม่สูงมากที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%



ภาพที่ 27 ความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างแมลงรึ้นดำชนิด *S. nakhonense* กับ PC-1 ในฤดูร้อน



ภาพที่ 28 ความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างแมลงรึ้นดำชนิด *S. chiangmaiense* และ *S. quinquestriatum* กับ PC-3 ในฤดูร้อน



ภาพที่ 29 ความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างแมลงรึ้นดำชนิด *S. nodosum* และ *S. siamense* กับ PC-4 ในฤดูร้อน

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Correlation analysis) ระหว่าง Principle components ของค่าตัวแปรและชนิดแมลงวันดำที่พบในแต่ละฤดู

ชนิด	Principle components					
	PC-1	PC-2	PC-3	PC-4	PC-5	PC-6
ฤดูฝน (n=61)						
<i>S. asakoe</i>	0.126	0.125	-0.070	-0.106	0.094	-
<i>S. burtoni</i>	0.132	-0.168	-0.028	-0.102	-0.090	-
<i>S. chiangmaiense</i>	-0.450**	0.212	-0.104	0.200	-0.019	-
<i>S. decuplum</i>	0.298*	0.214	-0.073	-0.019	0.003	-
<i>S. fenestratum</i>	0.362**	0.034	-0.093	-0.134	0.209	-
<i>S. sp.nr. sheilae</i>	0.078	0.115	0.158	-0.077	-0.133	-
<i>S. nakhonense</i>	-0.056	-0.053	-0.027	-0.123	0.082	-
<i>S. nodosum</i>	-0.287*	0.194	0.088	-0.018	0.049	-
<i>S. parahiyangum</i>	0.260	-0.029	0.089	0.094	0.031	-
<i>S. quinquestriatum</i>	0.241	-0.134	-0.196	0.066	0.159	-
<i>S. siamense</i>	-0.429**	-0.057	-0.090	0.033	0.001	-
<i>S. tani</i>	0.226	0.062	-0.040	-0.021	0.249	-
ฤดูหนาว (n=58)						
<i>S. asakoe</i>	0.146	-0.155	-0.023	-0.149	-0.095	-
<i>S. aureohirtum</i>	0.155	0.061	0.075	-0.031	-0.006	-
<i>S. burtoni</i>	-0.065	-0.112	-0.102	-0.127	-0.103	-
<i>S. chamlongi</i>	0.287*	0.201	0.047	0.125	0.163	-
<i>S. chiangmaiense</i>	-0.076	0.017	0.015	0.105	0.056	-
<i>S. decuplum</i>	0.031	0.093	0.201	0.135	-0.054	-
<i>S. fenestratum</i>	0.065	0.023	0.019	0.011	0.196	-
<i>S. nakhonense</i>	0.027	0.044	-0.109	-0.108	-0.055	-
<i>S. nodosum</i>	0.167	0.012	0.192	0.269*	0.048	-
<i>S. parahiyangum</i>	-0.041	0.002	0.074	-0.048	-0.064	-
<i>S. quinquestriatum</i>	-0.106	0.070	-0.106	-0.070	0.023	-
<i>S. sp. nr. rufibasis</i>	0.157	0.206	0.285*	-0.019	-0.141	-
<i>S. siamense</i>	-0.225	-0.069	-0.128	0.247	-0.144	-
<i>S. tani</i>	0.090	-0.115	0.113	0.042	-0.098	-
ฤดูร้อน (n=39)						
<i>S. asakoe</i>	-0.128	-0.058	-0.047	0.309	-0.101	0.106
<i>S. aureohirtum</i>	0.054	-0.022	-0.094	-0.158	0.082	-0.280
<i>S. burtoni</i>	-0.046	0.188	0.183	0.161	-0.156	-0.023
<i>S. chamlongi</i>	-0.159	-0.054	-0.035	-0.042	-0.013	0.091
<i>S. chiangmaiense</i>	-0.039	-0.261	0.289	0.050	-0.043	-0.027
<i>S. decuplum</i>	-0.298	-0.151	0.032	0.056	0.258	0.030
<i>S. fenestratum</i>	-0.090	-0.041	0.057	0.058	0.027	0.218
<i>S. nakhonense</i>	0.393*	-0.310	0.165	0.033	-0.278	0.180
<i>S. nodosum</i>	0.229	-0.286	-0.032	0.333*	-0.100	0.053
<i>S. parahiyangum</i>	-0.204	-0.010	0.076	0.141	0.279	0.129
<i>S. quinquestriatum</i>	0.050	0.121	0.261	0.082	-0.031	-0.059
<i>S. siamense</i>	-0.189	-0.030	-0.100	0.410**	-0.058	-0.159
<i>S. tani</i>	-0.090	-0.133	0.040	0.103	0.035	0.001

หมายเหตุ *, ** = มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

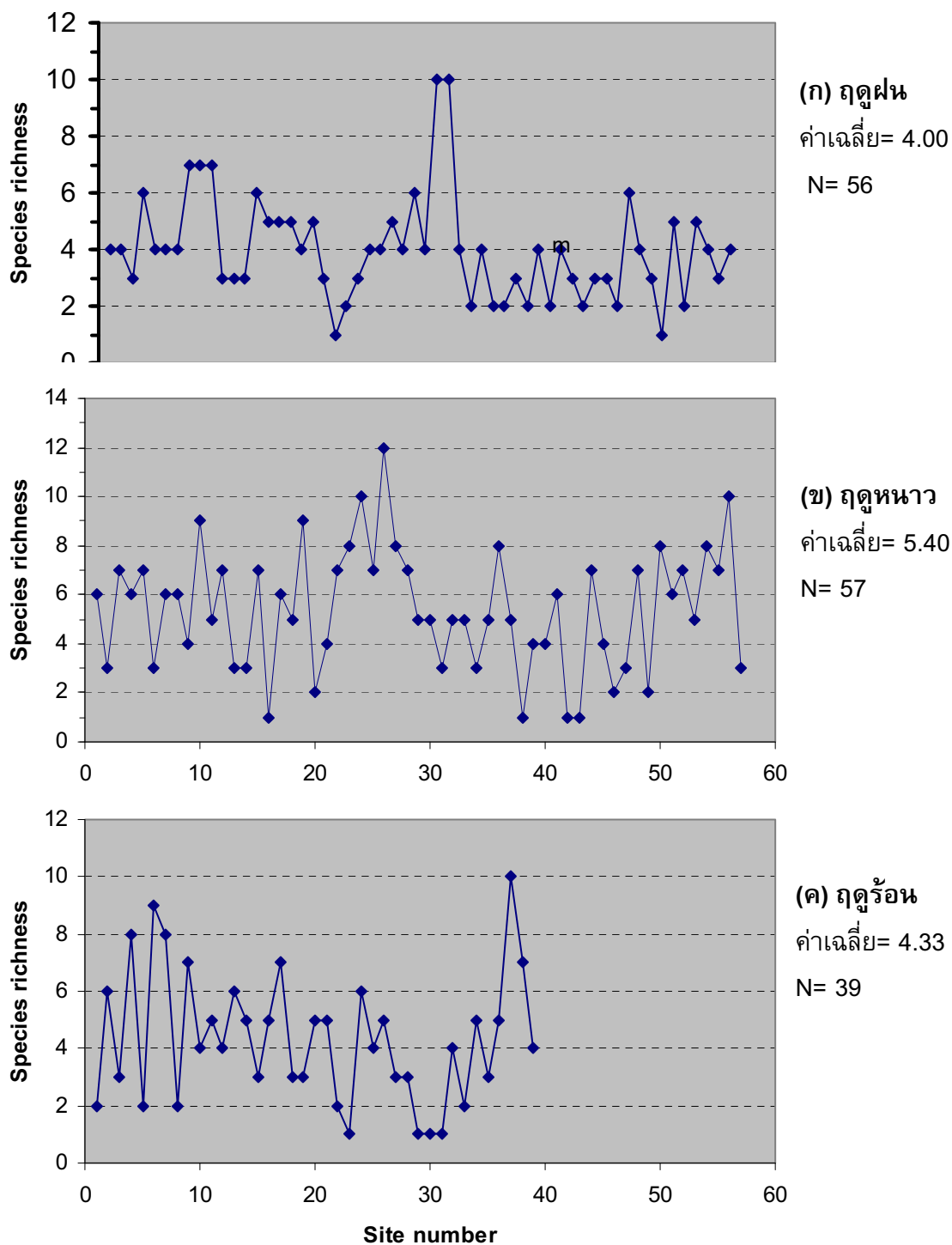
7. ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงเหนือระดับน้ำทะเลและจำนวนชนิดของแมลงรืนดำในเขตภาคเหนือ

จากการจำแนกชนิดของแมลงรืนดำในแต่ละแหล่งน้ำที่ทำการศึกษา พบว่ามีจำนวนชนิดแตกต่างกัน ค่าเฉลี่ยจำนวนชนิดที่พบในฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน เท่ากับ 5.40, 4.33 และ 4.00 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยจำนวนชนิดที่พบในฤดูหนาวมีค่าสูงสุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความหลากหลายของชนิดของแมลงรืนดำในฤดูหนาวมากกว่าฤดูอื่น จากการศึกษแหล่งน้ำต่างๆ ในฤดูหนาวได้พบแมลงรืนดำจำนวน 1-12 ชนิด แต่ในฤดูฝนและฤดูร้อนพบจำนวน 1-10 ชนิด ดังนั้นแหล่งน้ำบางแห่งที่ทำการศึกษาในแต่ละฤดูจะพบแมลงรืนดำเพียงชนิดเดียว และมีบางแหล่งน้ำที่พบแมลงรืนดำมากถึง 12 ชนิด (ภาพที่ 30) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าลักษณะทางนิเวศวิทยาและปัจจัยต่างๆ ของแหล่งน้ำมีผลต่อการกระจายของแมลงรืนดำแต่ละชนิด ในฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ยจำนวนชนิดของแมลงรืนดำมากกว่าฤดูอื่น อาจเนื่องจากสภาพแวดล้อมต่างๆ เอื้อต่อการอาศัยของแมลงรืนดำ ยกตัวอย่างเช่น อาหารสมบูรณ์ แหล่งที่อยู่อาศัยย่อยเหมาะสม อุณหภูมิและอากาศต่ำ อัตราความเร็วน้ำค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับฤดูฝนที่มีค่าเฉลี่ยจำนวนชนิดน้อยที่สุด อาจเนื่องจากการเกิดสภาวะน้ำไหลพัดน้ำ แหล่งที่อยู่อาศัยย่อยโดยเฉพาะเศษใบไม้ไหลไปตามน้ำและทำให้น้ำมีลักษณะขุ่น ซึ่งลักษณะดังกล่าวไม่เหมาะต่อการดำรงชีวิตของแมลงรืนดำ

จากตารางที่ 4 พบว่าในฤดูฝนและฤดูหนาว ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลมีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่า PC-2 (ฤดูฝน $r = -0.806$ และฤดูหนาว $r = -0.600$) แต่ในฤดูร้อนความสูงเหนือระดับน้ำทะเลมีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่า PC-1 ($r = -0.412$) อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ principal component analysis และทำการจัดเรียงอันดับระหว่าง PC-1 และ PC-2 ของแหล่งน้ำไหลที่ทำการศึกษาในแต่ละฤดู เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแหล่งน้ำไหลที่อยู่บริเวณความสูงน้อยกว่า 500 เมตร และมากกว่า 500 เมตร ฤดูฝนแหล่งน้ำไหลที่มีความสูงน้อยกว่า 500 เมตร จะสัมพันธ์กับค่า PC-2 ที่เพิ่มขึ้น และแหล่งน้ำไหลที่มีความสูงมากกว่า 500 เมตรจะสัมพันธ์กับค่า PC-2 ที่ลดลง (ภาพที่ 31) เมื่อทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความสูงเหนือระดับน้ำทะเลและจำนวนชนิดของแมลงรืนดำ พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวก ($r = 0.32$) ดังนั้นเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น จะพบจำนวนชนิดเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 32) สำหรับฤดูหนาวมีการจัดเรียงอันดับของแหล่งน้ำไหลที่ทำการศึกษาเหมือนกับในฤดูฝน คือ แหล่งน้ำไหลที่มีความสูงน้อยกว่า 500 เมตร จะสัมพันธ์กับค่า PC-2 ที่เพิ่มขึ้น และแหล่งน้ำไหลที่มีความสูงมากกว่า 500 เมตรจะสัมพันธ์กับค่า PC-2 ที่ลดลง (ภาพที่ 33) และจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงเหนือระดับน้ำทะเลและจำนวนชนิด พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวก ($r = 0.31$) ซึ่งหมายถึงจะพบจำนวนชนิดของแมลงรืนดำเพิ่มขึ้น เมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 34) แต่ในฤดูร้อนการจัดเรียงอันดับของแหล่งน้ำไหลที่มีความสูงน้อยกว่า 500 เมตรจะสัมพันธ์กับค่า PC-1 ที่เพิ่มขึ้น และแหล่งน้ำไหลที่มีความสูงมากกว่า 500 เมตรจะสัมพันธ์กับค่า PC-1 ที่ลดลง (ภาพที่ 35) อย่างไรก็ตามผลการจัดเรียงอันดับของแหล่งน้ำไหลในฤดูร้อนที่ระดับความสูงน้อยกว่า 500 เมตรและมากกว่า 500 เมตร มีความแตกต่างไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับในฤดูฝนและฤดูหนาว เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำ นอกจากนี้ได้ทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความสูง

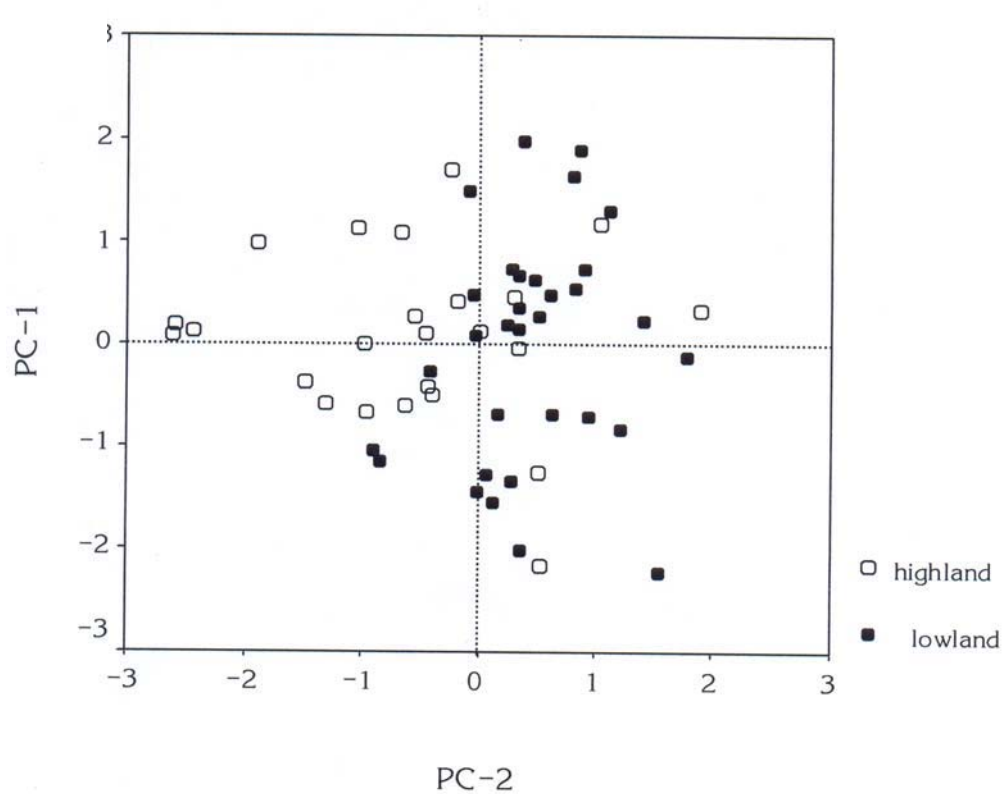
เหนือระดับน้ำทะเลและจำนวนชนิดของแมลงวันดำที่พบในฤดูร้อน พบว่าเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น จะพบจำนวนชนิดเพิ่มขึ้น ($r = 0.33$) (ภาพที่ 36)

ดังนั้นจากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความสูงเหนือระดับน้ำทะเลและจำนวนชนิดของแมลงวันดำที่พบในแต่ละฤดู สามารถสรุปได้ว่าเมื่อความสูงเหนือระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้น มีแนวโน้มจะพบจำนวนชนิดของแมลงวันดำเพิ่มขึ้นเช่นกัน

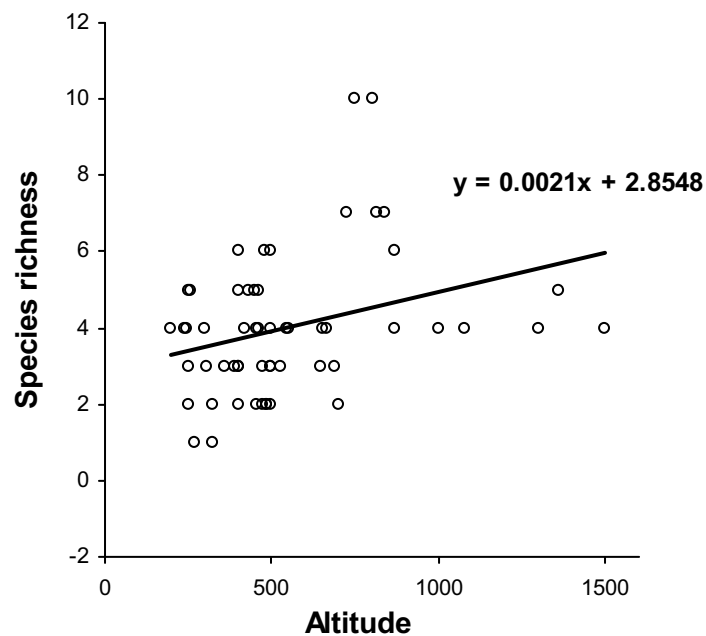


ภาพที่ 30 จำนวนชนิดของแมลงวันดำที่พบในแต่ละแหล่งน้ำไหลที่ทำการศึกษาในแต่ละฤดู

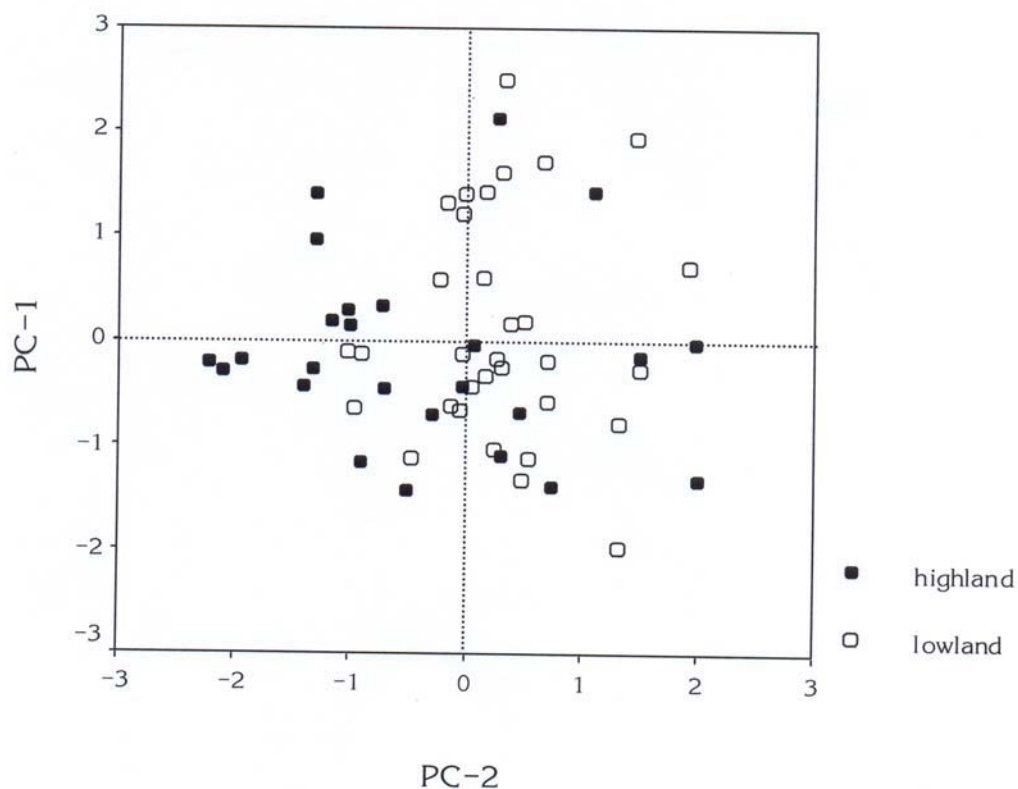
(ก) ฤดูฝน (ข) ฤดูหนาว และ (ค) ฤดูร้อน



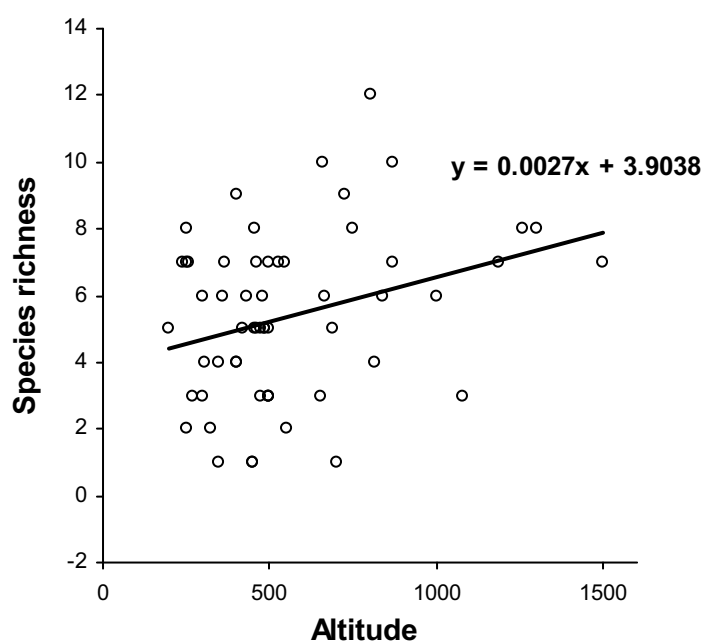
ภาพที่ 31 ผลการจัดเรียงอันดับของ PC-1 และ PC-2 ของแหล่งน้ำไหลที่ทำการศึกษาในฤดูแล้งที่สัมพันธ์กับระดับความสูงน้อยกว่า 500 เมตรและสูงกว่า 500 เมตร



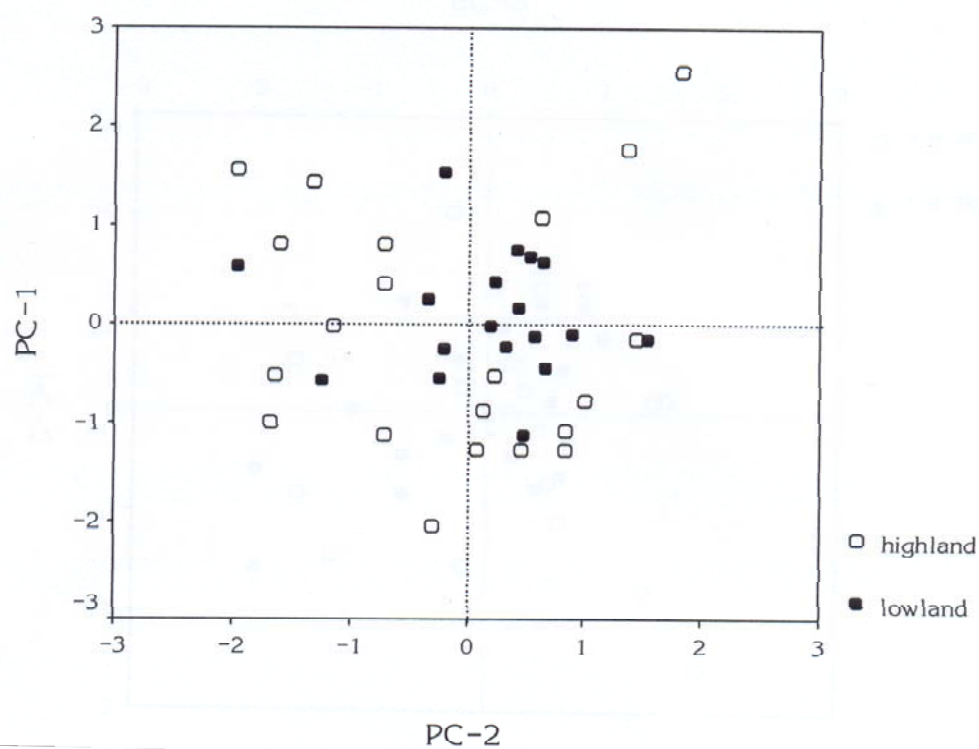
ภาพที่ 32 แสดงความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างความสูงเหนือระดับน้ำทะเลและจำนวนชนิดของแมลงวันดำที่พบในฤดูแล้ง (สมการเชิงถดถอยคือ $y = 0.0021x + 2.8548$, $r = 0.32$, $p = 0.017$)



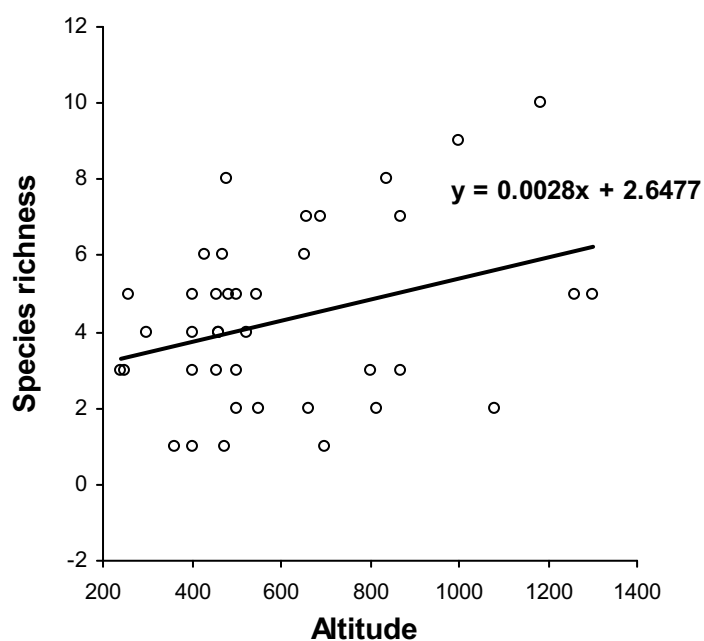
ภาพที่ 33 ผลการจัดเรียงอันดับของ PC-1 และ PC-2 ของแหล่งน้ำไหลที่ทำการศึกษาในฤดูหนาว ที่สัมพันธ์กับระดับความสูงน้อยกว่า 500 เมตรและสูงกว่า 500 เมตร



ภาพที่ 34 แสดงความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างความสูงเหนือระดับน้ำทะเลและจำนวนชนิดของแมลงรืนดำที่พบในฤดูหนาว (สมการเชิงถดถอยคือ $y = 0.0027x + 3.9038$, $r = 0.31$, $p = 0.019$)



ภาพที่ 35 ผลการจัดเรียงอันดับของ PC-1 และ PC-2 ของแหล่งน้ำไหลที่ทำการศึกษาในฤดูร้อนที่สัมพันธ์กับระดับความสูงน้อยกว่า 500 เมตรและสูงกว่า 500 เมตร



ภาพที่ 36 แสดงความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างความสูงเหนือระดับน้ำทะเลและจำนวนชนิดของแมลงร้นดำที่พบในฤดูร้อน (สมการเชิงถดถอยคือ $y = 0.0028x + 2.6477$, $r = 0.33$, $p = 0.038$)

8. ปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายแต่ละชนิดของแมลงรืนดำที่พบในภาคเหนือ

จากการวิเคราะห์เพื่อจัดกลุ่มแหล่งน้ำไหลที่ทำการศึกษาในแต่ละฤดู ด้วยโปรแกรม PATN และการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายของแมลงรืนดำแต่ละชนิด ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวแปรแต่ละ principal components และการปรากฏชนิดของแมลงรืนดำ ผลการวิเคราะห์พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายในแต่ละฤดูเหมือนกัน ดังนั้นสามารถสรุปเกี่ยวกับการกระจายของแมลงรืนดำในแต่ละชนิด ดังนี้

1. *S. asakoe* จะอยู่ในแหล่งน้ำที่มีความกว้าง ความลึกและปริมาตรของน้ำที่ไหลน้อย และอัตราความเร็วน้ำต่ำ พื้นลำธารมักประกอบด้วยทรายและก้อนกรวดขนาดเล็ก และมีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลค่อนข้างสูง
2. *S. aureohirtum* มักอาศัยในแหล่งน้ำที่อยู่บริเวณ outlet มีอัตราความเร็วของน้ำต่ำ
3. *S. burtoni* จะอาศัยในแหล่งน้ำที่พื้นลำธารเป็นก้อนหินขนาดใหญ่
4. *S. chamlongi* อาศัยในแหล่งน้ำที่มีความกว้างมาก มีอัตราความเร็วของน้ำค่อนข้างสูง และมีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลค่อนข้างต่ำ
5. *S. Chiangmaiense* อาศัยในแหล่งน้ำที่มีความกว้าง ความลึกและปริมาตรของน้ำที่ไหลมาก และอัตราความเร็วของน้ำสูง อุณหภูมิน้ำและอุณหภูมิอากาศสูง ความชื้นอากาศต่ำ และมีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลต่ำ
6. *S. decuplum* มักอาศัยในแหล่งน้ำที่มีความกว้างและความลึกน้อย และอัตราความเร็วของน้ำต่ำ ความชื้นอากาศสูง อุณหภูมิน้ำต่ำ ค่าการนำไฟฟ้าและค่าความเค็มค่อนข้างต่ำ และมีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลค่อนข้างสูง
7. *S. fenestratum* มักอาศัยในแหล่งน้ำที่มีอัตราความเร็วของน้ำต่ำ ค่าการนำไฟฟ้าและค่าความเค็มของน้ำสูง ความชื้นอากาศสูง และมีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลสูง
8. *S. sp. nr. sheilae* อยู่ในแหล่งน้ำที่มีความกว้างและความลึกน้อย และอัตราความเร็วของน้ำต่ำ อุณหภูมิน้ำและอากาศสูง และมีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลต่ำ
9. *S. nakhonense* อาศัยในแหล่งน้ำที่มีความกว้าง ความลึกและปริมาตรของน้ำที่ไหลมาก อัตราความเร็วน้ำสูง อุณหภูมิน้ำและอากาศสูง ความชื้นอากาศต่ำ และมีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลต่ำ
10. *S. nodosum* อาศัยในแหล่งน้ำที่มีความกว้าง ความลึกและปริมาตรของน้ำที่ไหลมาก อัตราความเร็วน้ำสูง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำ อุณหภูมิน้ำและอุณหภูมิอากาศสูง ความชื้นอากาศต่ำ และมีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลต่ำ
11. *S. parahiyangum* อยู่ในแหล่งน้ำที่มีความกว้างน้อย อัตราความเร็วของน้ำต่ำ และมีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลต่ำ
12. *S. quinquestriatum* อาศัยในแหล่งน้ำที่มีความกว้าง ความลึกและปริมาตรของน้ำที่ไหลมาก อัตราความเร็วน้ำสูง อุณหภูมิน้ำและอุณหภูมิอากาศสูง ความชื้นอากาศต่ำ พื้นลำธารประกอบด้วยก้อนหินขนาดใหญ่และมีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลต่ำ

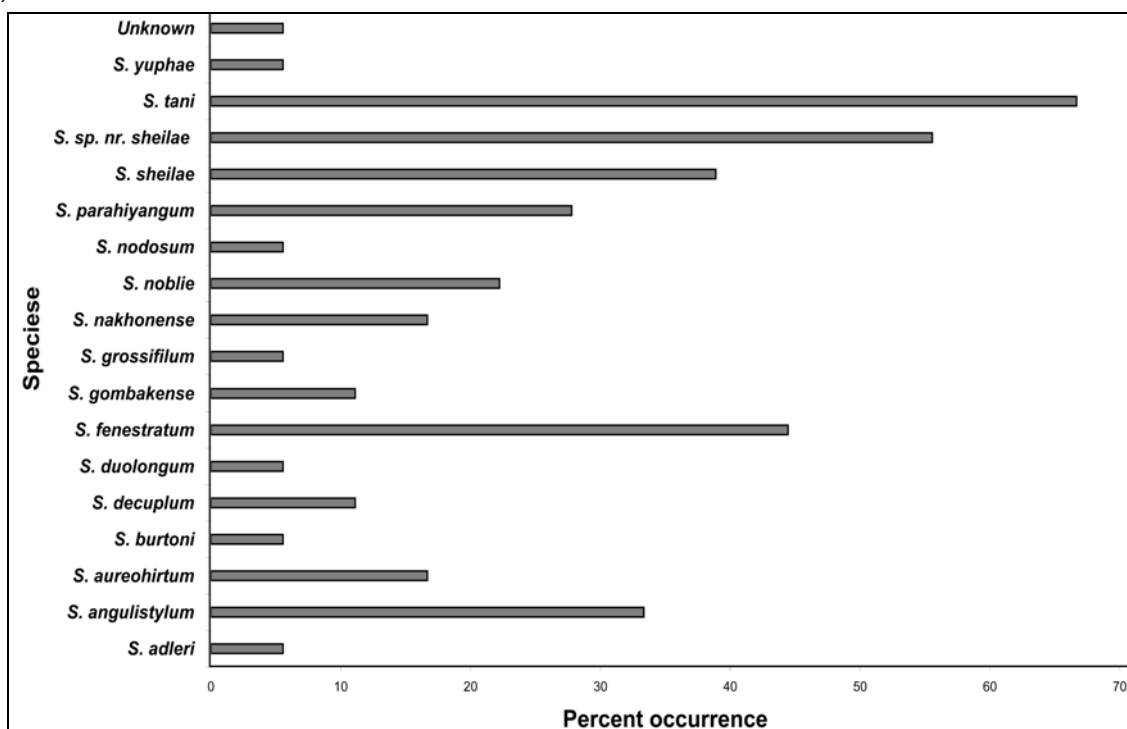
13. *S. sp. nr. rufibasis* อาศัยในแหล่งน้ำที่มีอัตราการปกคลุมเรือนยอดสูง แหล่งน้ำมีความกว้างมาก และอยู่เหนือระดับน้ำทะเลค่อนข้างต่ำ

14. *S. siamense* อาศัยในแหล่งน้ำที่มีค่าการนำไฟฟ้าและความเค็มของน้ำสูง มีอัตราการปกคลุมเรือนยอดสูง ลักษณะน้ำค่อนข้างใส และมีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลต่ำ

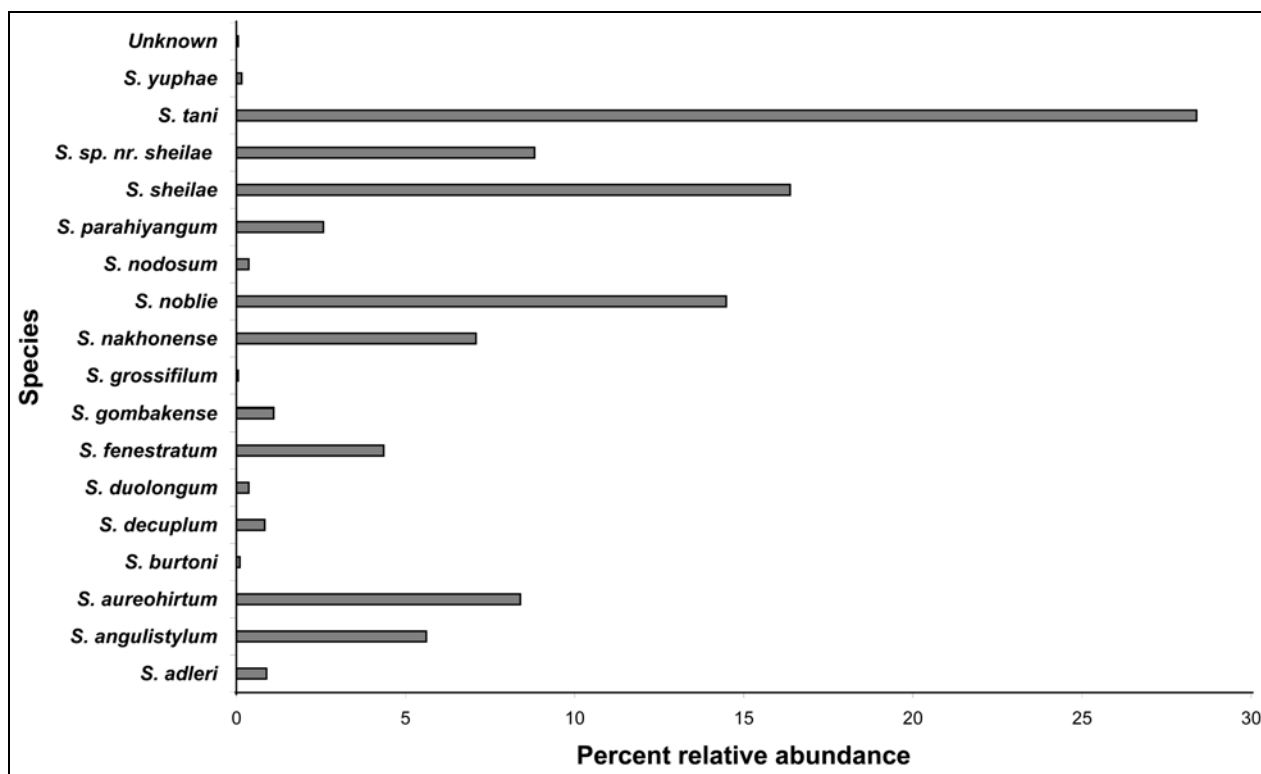
15. *S. tani* อยู่ในแหล่งน้ำที่มีค่าการนำไฟฟ้าและความเค็มของน้ำต่ำ อุณหภูมิ น้ำต่ำ ความชื้นอากาศสูง พื้นลำธารประกอบด้วยก้อนหินขนาดต่างๆ และมีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลสูง

9. ชนิดของแมลงวันดำและเปอร์เซ็นต์การกระจายของแมลงวันดำในเขตภาคใต้

จากการศึกษาภาคสนามและเก็บตัวอย่างแมลงวันดำจากแหล่งน้ำไหลทั้งหมด 18 แห่ง ในเขต 9 จังหวัด ภาคใต้ พบแมลงวันดำทั้งหมด 18 ชนิด ได้แก่ *S. adleri*, *S. angulistylum*, *S. aureohirtum*, *S. burtoni*, *S. decuplum*, *S. duolongum*, *S. fenestratum*, *S. gombakense*, *S. grossifilum*, *S. nakhonense*, *S. nobile*, *S. nodosum*, *S. parahiyangum*, *S. tani*, *S. sheilae*, *S. sp. nr. sheilae*, *S. yuphae*, และ Unknown ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้พบแมลงวันดำชนิดใหม่ คือ *S. adleri* พบที่ อ. ปลายพระยา จ. กระบี่ ชนิดแมลงวันดำที่มีการแพร่กระจายค่อนข้างสูง ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การพบมากกว่า 20% ของแหล่งน้ำทั้งหมดที่ทำการศึกษาในเขตภาคใต้ ได้แก่ ชนิด *S. tani* (66.67%), *S. sp. nr. sheilae* (55.56%), *S. fenestratum* (44.44%), *S. sheilae* (38.89%), *S. angulistylum* (33.33%), *S. parahiyangum* (27.78%), และ *S. nobile* (22.22%) (ภาพที่ 37) ภาพที่ 38 แสดงให้เห็นว่าแมลงวันดำที่เป็นชนิดเด่นที่พบในเขตภาคใต้ เรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ *S. tani* (28.38%), *S. sheilae* (16.37%), *S. nobile* (14.48%), *S. sp. nr. sheilae* (8.82%), *S. aureohirtum* (8.39%), *S. nakhonense* (7.08%), *S. angulistylum* (5.61%), *S. fenestratum* (4.35%) และ *S. parahiyangum* (2.57%) เป็นต้น



ภาพที่ 37 เปอร์เซนต์การกระจายของแมลงวันดำแต่ละชนิดที่พบในแหล่งน้ำไหลที่ทำการศึกษ จำนวน 18 แห่ง ในเขต 9 จังหวัดของภาคใต้



ภาพที่ 38 เปอร์เซนต์สัดส่วนความหนาแน่นของแมลงวันดำแต่ละชนิดที่กระจายในแต่ละแหล่งน้ำไหล จำนวน 18 แห่ง ในเขต 9 จังหวัดของภาคใต้

10. การจัดกลุ่มแหล่งน้ำไหลที่ทำการศึกษาในเขตภาคใต้

ทำการจัดกลุ่มน้ำไหลที่ทำการศึกษาในเขตภาคใต้ จำนวน 18 แห่ง บริเวณ 9 จังหวัด โดยใช้ข้อมูลความคล้ายคลึงกันของชนิดแมลงวันดำที่พบและค่าปัจจัยทางกายภาพของแหล่งน้ำ วิเคราะห์ข้อมูลด้วย Hierarchical Cluster Analysis สามารถจัดกลุ่มแหล่งน้ำไหลที่ทำการศึกษาก่อเป็น 8 กลุ่ม (ภาพที่ 39) ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยแหล่งน้ำไหลจำนวน 5 แห่ง ซึ่งอยู่ในเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานี 2 แห่ง (SRT01 และ SRT02) กระบี่ 2 แห่ง (KRB01 และ KRB02) และระนองอีก 1 แห่ง (RAN01) เป็นแหล่งน้ำที่มีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลสูงมากกว่าแหล่งน้ำกลุ่มอื่น ความกว้างของแหล่งน้ำไหลประมาณ 4 เมตร อัตราความเร็วของน้ำปานกลาง แมลงวันดำที่พบมากในกลุ่มนี้ ได้แก่ *S. tani*, *S. fenestratum*, *S. nakhonense* และ *S. parahiyangum*

กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยแหล่งน้ำไหลจำนวน 4 แห่ง ซึ่งอยู่ในเขตจังหวัดระนอง 1 แห่ง (RAN03) พังงา 1 แห่ง (PNG01) นครศรีธรรมราช 1 แห่ง (NSR03) และสงขลา 1 แห่ง (SOK01) เป็นแหล่งน้ำที่มีความชันอากาศค่อนข้างสูง และมีอัตราการปกคลุมเรือนยอดมากกว่า 50% อัตราความเร็วน้ำค่อนข้างต่ำ ชนิดที่พบเด่นมากในกลุ่มนี้ คือ *S. tani*

กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยแหล่งน้ำไหลเพียง 1 แห่ง ซึ่งอยู่ในเขตจังหวัดพังงา (PNG02) เป็นแหล่งน้ำที่มีความกว้าง ความลึก อัตราความเร็วของน้ำ และค่าการนำไฟฟ้าของแหล่งน้ำต่ำมาก ชนิดที่พบในกลุ่มนี้ ได้แก่ *S. gombakense*

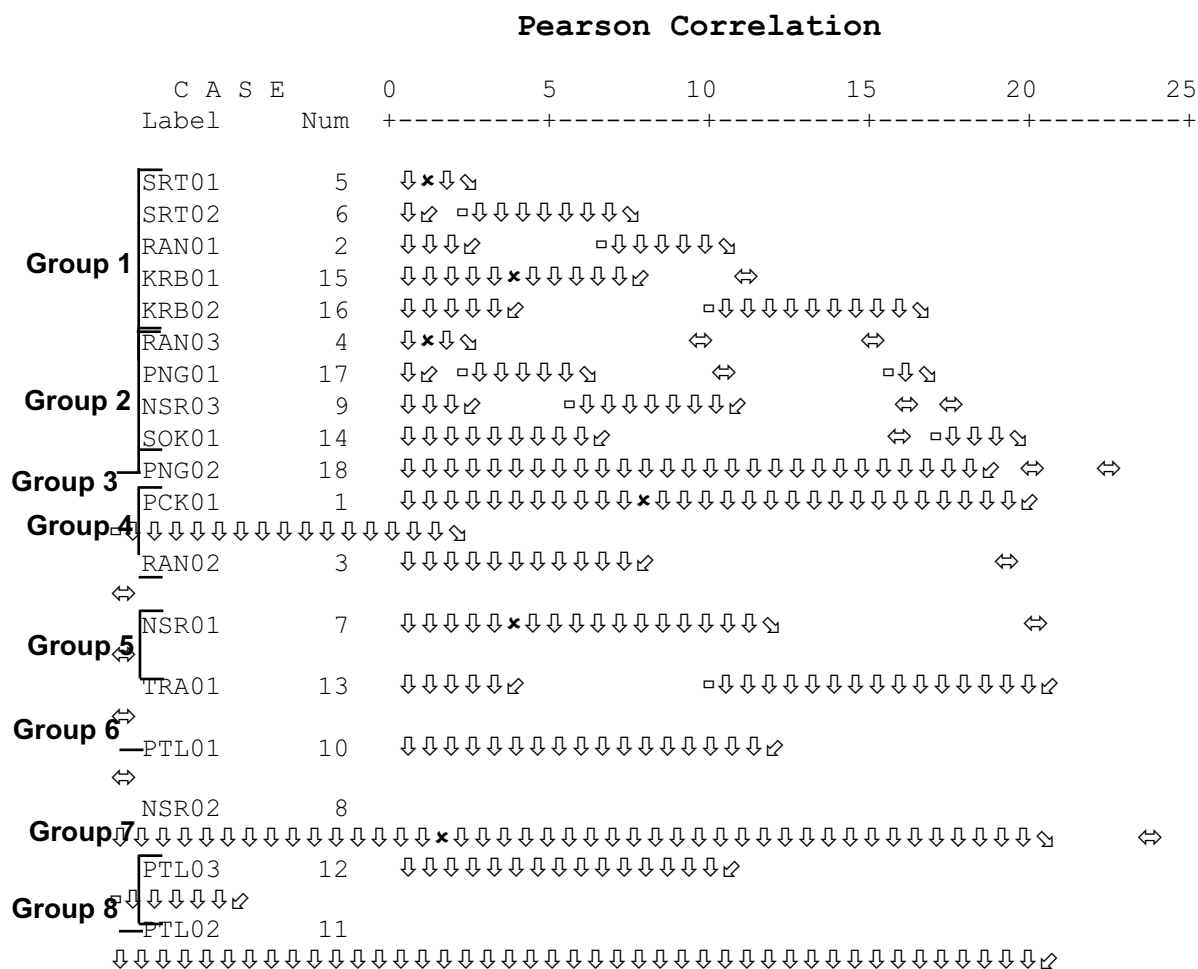
กลุ่มที่ 4 ประกอบด้วยแหล่งน้ำไหลจำนวน 2 แห่ง ซึ่งอยู่ในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 1 แห่ง (PCK01) และระนอง 1 แห่ง (RAN02) เป็นแหล่งน้ำที่มีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลค่อนข้างต่ำ ชนิดแมลงรืนดำที่สัมพันธ์กับแหล่งน้ำกลุ่มนี้ ได้แก่ *S. sp. nr. sheilae*, *S. sheilae* และ *S. angulistylum*

กลุ่มที่ 5 ประกอบด้วยแหล่งน้ำไหลจำนวน 2 แห่ง ซึ่งอยู่ในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช 1 แห่ง (NSR01) และจังหวัดตรัง 1 แห่ง (TRA01) เป็นแหล่งน้ำที่มีความกว้างมาก อัตราความเร็วของน้ำและอุณหภูมิอากาศสูง อัตราการปกคลุมเรือนยอดต่ำ แมลงรืนดำที่พบมากในกลุ่มนี้ ได้แก่ *S. nakhonense* และ *S. nobile*

กลุ่มที่ 6 ประกอบด้วยแหล่งน้ำไหลเพียง 1 แห่ง ซึ่งอยู่ในเขตจังหวัดพัทลุง (PTL01) เป็นแหล่งน้ำที่มีความชื้นอากาศสูงมากกว่า 80% และมีอัตราความเร็วของน้ำค่อนข้างสูง ชนิดแมลงรืนดำที่พบมากในกลุ่มนี้ ได้แก่ *S. fenestratum* และ *S. nobile*

กลุ่มที่ 7 ประกอบด้วยแหล่งน้ำไหลจำนวน 2 แห่ง ซึ่งอยู่ในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช 1 แห่ง (NSR02) และจังหวัดพัทลุงอีก 1 แห่ง (PTL03) เป็นแหล่งน้ำที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูงมากกว่าแหล่งน้ำกลุ่มอื่น มีค่าอุณหภูมิและอากาศสูง ชนิดแมลงรืนดำที่มีความสัมพันธ์กับแหล่งน้ำกลุ่มนี้ ได้แก่ *S. nobile* และ *S. aureohirtum*

กลุ่มที่ 8 ประกอบด้วยแหล่งน้ำไหลเพียง 1 แห่ง ซึ่งอยู่ในเขตจังหวัดพัทลุง (PTL02) เป็นแหล่งน้ำไหลที่มีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลต่ำ ความกว้างและความลึกน้อย อัตราความเร็วของน้ำต่ำ ความชื้นอากาศค่อนข้างสูง ชนิดที่พบมากในกลุ่มนี้ คือ *S. aureohirtum*



ภาพที่ 39 แสดงการจัดกลุ่มแหล่งน้ำไหลจำนวน 18 แห่ง บริเวณ 9 จังหวัด ของภาคใต้ สามารถจัดกลุ่มแหล่งน้ำไหลเป็น 8 กลุ่ม โดยใช้ข้อมูลทางกายภาพและชีวภาพ ด้วยวิธี Hierarchical Cluster Analysis แบบ Pearson Correlation

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังทำการจัดกลุ่มแหล่งน้ำไหลที่ทำการศึกษาจำนวน 18 แห่งในภาคใต้ ด้วยข้อมูลความคล้ายคลึงกันของชนิดที่พบ ด้วยวิธี UPGMA ในโปรแกรม PATN สามารถจัดกลุ่มแหล่งน้ำไหลได้เพียง 4 กลุ่ม (ภาพที่ 40) และนำแหล่งน้ำไหลมาจัดเรียงอันดับบน Ordination Space ด้วย SSH (ภาพที่ 41ก) ภาพที่ 41ข แสดงการจัดกลุ่มบน Ordination Space พบรื้นดำจำนวน 6 ชนิดที่มีค่าความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับแกนมากกว่า 0.50 (ผลจาก PCC Analysis ใน PATN) ได้แก่ *S. aureohirtum*, *S. fenestratum*, *S. nobile*, *S. parahiyangum*, *S. sheilae* และ *S. tani* ทำการเปรียบเทียบตำแหน่งของชนิดรื้นดำที่สัมพันธ์กับการจัดกลุ่มแหล่งน้ำไหลทั้ง 4 กลุ่ม ดังนี้

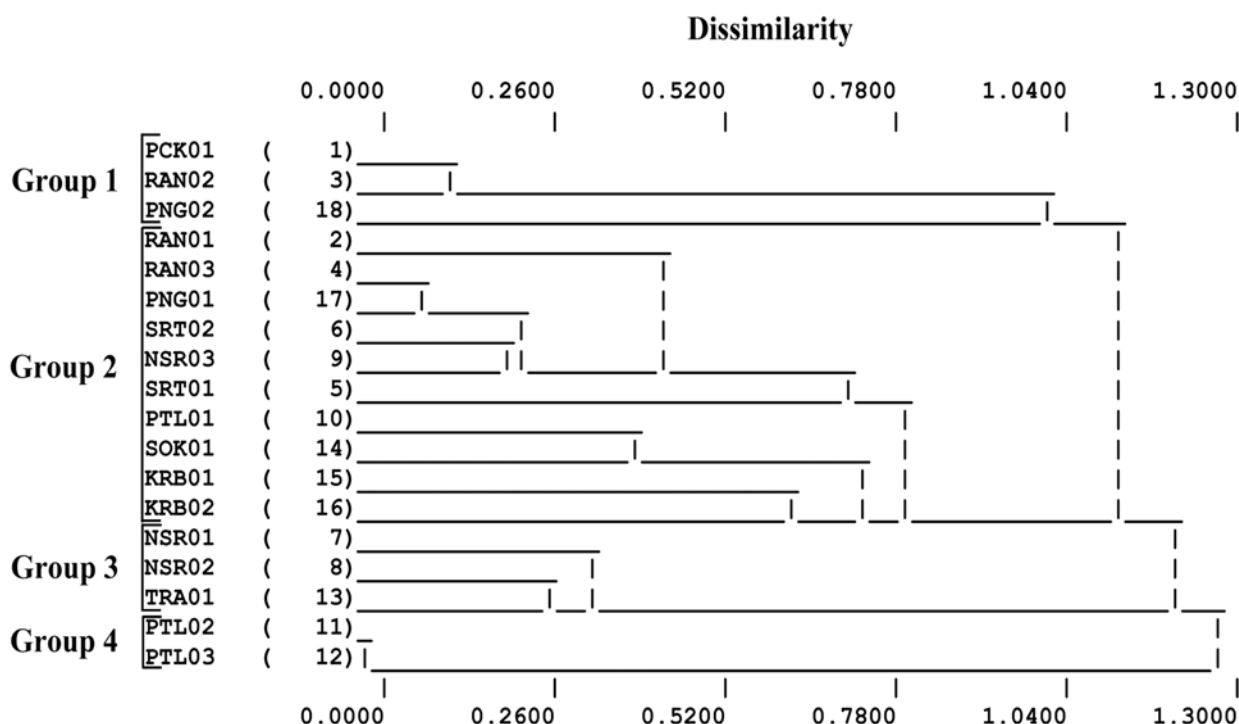
กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยแหล่งน้ำไหลจำนวน 3 แห่ง ได้แก่ ประจวบคีรีขันธ์ 1 แห่ง (PCK01) ระนอง 1 แห่ง (RAN02) และพังงา 1 แห่ง (PNG02) แมลงรื้นดำที่มีความสัมพันธ์กับกลุ่มนี้ คือ *S. sheilae*

กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยแหล่งน้ำไหลจำนวน 10 แห่ง ได้แก่ ระนอง 2 แห่ง (RAN01, RAN03) พังงา 1 แห่ง (PNG01) สุราษฎร์ธานี 2 แห่ง (SRT01, SRT02) นครศรีธรรมราช 1 แห่ง (NSR03)

พัทลุง 1 แห่ง (PTL01) สงขลา 1 แห่ง (SOK01) และกระบี่ 2 แห่ง (KRB01, KRB02) แมลงวันดำที่มีความสัมพันธ์กับกลุ่มนี้ คือ *S. fenestratum*, *S. parahiyangum*, และ *S. tani*

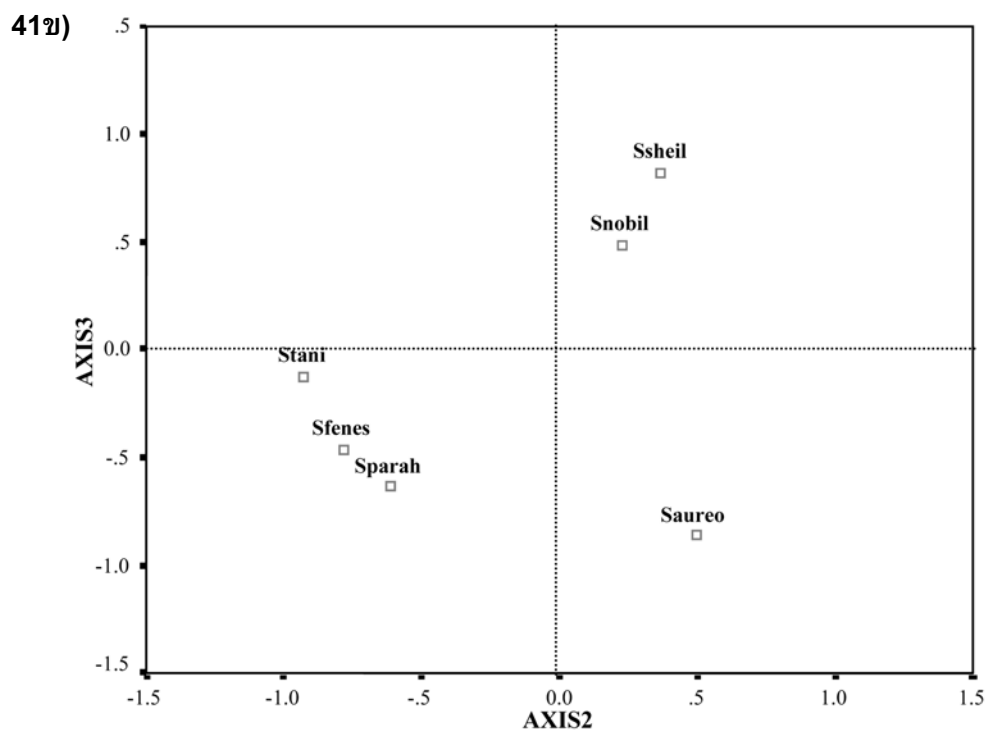
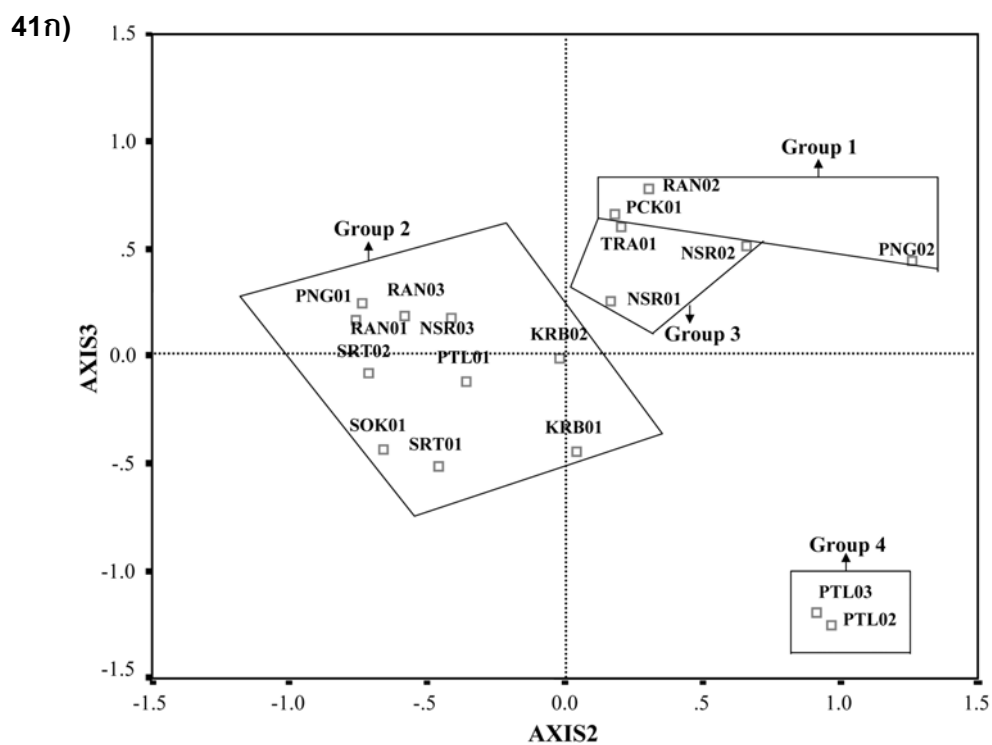
กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยแหล่งน้ำไหลจำนวน 3 แห่ง ได้แก่ นครศรีธรรมราช 2 แห่ง (NSR01, NSR02) และตรัง 1 แห่ง (TRA01) แมลงวันดำที่มีความสัมพันธ์กับกลุ่มนี้ คือ *S. nobile*

กลุ่มที่ 4 ประกอบด้วยแหล่งน้ำไหลจำนวน 2 แห่งจากจังหวัดพัทลุง (PTL02, PTL03) แมลงวันดำที่มีความสัมพันธ์กับกลุ่มนี้ คือ *S. aureohirtum*



ภาพที่ 40 แสดงการจัดกลุ่มแหล่งน้ำไหลจำนวน 18 แห่งบริเวณ 9 จังหวัดในเขตภาคใต้ สามารถจัดกลุ่มน้ำเป็น 4 กลุ่มโดยใช้ข้อมูลทางชีวภาพ ด้วยวิธี UPGMA ในโปรแกรม PATN

จากการจัดกลุ่มแหล่งน้ำไหลด้วยวิธี UPGMA ในโปรแกรม PATN พบว่าแหล่งน้ำไหลในกลุ่มที่ 1 ค่อนข้างสอดคล้องกับกลุ่มที่ 4 ของวิธี Hierarchical Cluster Analysis ซึ่งจะประกอบด้วยแหล่งน้ำไหลที่เหมือนกัน คือ PCK01 และ RAN02 ชนิดรึ้นดำที่พบมาก ได้แก่ *S. sheilae* กลุ่มที่ 2 ซึ่งประกอบด้วยแหล่งน้ำไหล 10 แห่ง จะคล้ายคลึงกับการจัดกลุ่มด้วยวิธี Hierarchical Cluster Analysis ในกลุ่มที่ 1 และ 2 ยกเว้นเพียงแหล่งน้ำไหลหนึ่งแห่ง คือ PTL01 ชนิดที่พบค่อนข้างมาก ได้แก่ *S. fenestratum*, *S. parahiyangum*, *S. nakhonense*, และ *S. tani* กลุ่มที่ 3 สอดคล้องกับกลุ่มที่ 5 ด้วยวิธี Hierarchical Cluster Analysis ซึ่งประกอบด้วยแหล่งน้ำไหลเหมือนกัน คือ NSR01 และ TRA01 ชนิดที่พบมาก ได้แก่ *S. nobile* และกลุ่มที่ 4 ของ PATN จะสอดคล้องกับสมาชิกในกลุ่มที่ 7 และ 8 ใน Hierarchical Cluster Analysis คือ PTL02 และ PTL03 ชนิดที่พบมาก ได้แก่ *S. aureohirtum*



ภาพที่ 41ก) แสดงการจัดเรียงอันดับแหล่งน้ำไหลจำนวน 18 แห่ง ในเขตภาคใต้โดยใช้ SSH
(Stress=0.14)

41ข) ชนิดของริ้นดำจำนวน 6 ชนิดที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับแกนมากกว่า 0.50
ในการแบ่งกลุ่มแหล่งน้ำไหลทั้ง 4 กลุ่ม

หมายเหตุ Saureo=*S. aureohirtum*, Sfenes=*S. fenestratum*, Snobil=*S. nobile*, Sparah=*S. parahiyangum*, Ssheil=*S. sheilae*, Stani=*S. tani*

11. ผลการวิเคราะห์ Principal component analysis ของปัจจัยต่าง ๆ ของแหล่งน้ำในเขตภาคใต้

จากการวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพของแหล่งน้ำไหลที่ทำการศึกษาในภาคใต้ พบความแปรผันทั้งหมดของค่าตัวแปรต่างๆ เท่ากับ 79.81% ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 4 Principal components (PC) (ตารางที่ 6) ดังนี้

PC-1 มีความแปรผันที่สามารถแปลผลได้เท่ากับ 32.53% ปัจจัยที่สัมพันธ์เชิงบวกกับ PC-1 ได้แก่ ความกว้างและความลึกของแหล่งน้ำ อัตราความเร็วของน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ค่าความชื้นอากาศ และค่าความสูงเหนือระดับน้ำทะเล ปัจจัยที่สัมพันธ์เชิงลบกับ PC-1 ได้แก่ อุณหภูมิน้ำและอุณหภูมิอากาศ

PC-2 มีความแปรผันที่สามารถแปลผลได้เท่ากับ 25.48% ปัจจัยที่สัมพันธ์เชิงบวกกับ PC-2 ได้แก่ ความลึกของแหล่งน้ำ ค่าการนำไฟฟ้า ค่าความเค็มของน้ำ อุณหภูมิอากาศ แต่อัตราการปกคลุมเรือนยอดมีความสัมพันธ์เชิงลบกับ PC-2

PC-3 มีความแปรผันที่สามารถแปลผลได้เท่ากับ 13.09% ปัจจัยที่สัมพันธ์เชิงบวกกับ PC-3 ได้แก่ ค่าการนำไฟฟ้า และปัจจัยที่สัมพันธ์เชิงลบกับ PC-3 ได้แก่ อัตราความเร็วของน้ำ

PC-4 มีความแปรผันที่สามารถแปลผลได้เท่ากับ 8.70% ปัจจัยที่สัมพันธ์เชิงบวกกับ PC-4 ได้แก่ ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลและอุณหภูมิอากาศ แต่ความชื้นของอากาศมีความสัมพันธ์เชิงลบกับ PC-4

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแมลงรืนดำ และ Principal components พบว่า ชนิดของแมลงรืนดำที่มีความสัมพันธ์กับ PC-1 ได้แก่ *S. aureohirtum* และ *S. tani* โดย *S. aureohirtum* มีความสัมพันธ์เชิงลบกับ PC-1 แต่ *S. tani* มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ PC-1 ดังนั้นเมื่อค่า PC-1 เพิ่มขึ้น ซึ่งหมายถึงแหล่งน้ำที่มีระดับความสูงเพิ่มขึ้น จะมีความกว้างและความลึกของแหล่งน้ำเพิ่มขึ้น อัตราความเร็วของน้ำ ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และมีค่าความชื้นอากาศเพิ่มขึ้น แต่อุณหภูมิน้ำและอุณหภูมิอากาศลดลง จะมีผลทำให้พบชนิด *S. tani* เพิ่มขึ้น แต่พบชนิด *S. aureohirtum* ลดลง (ภาพที่ 42) แมลงรืนดำชนิดที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ PC-2 คือ *S. nobile* ดังนั้นเมื่อค่าความลึกของแหล่งน้ำ ค่าการนำไฟฟ้า ค่าความเค็มของน้ำและอุณหภูมิของอากาศเพิ่มขึ้น จะพบแมลงรืนดำชนิดนี้เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 43) สำหรับ PC-3 แมลงรืนดำที่สัมพันธ์เชิงลบกับ PC-3 คือ *S. nakhonense* (ภาพที่ 44) และไม่พบว่ามีแมลงรืนดำชนิดใดที่สัมพันธ์กับ PC-4 (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ Principal component analysis และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Correlation analysis) ระหว่าง Principle components และค่าปัจจัยทางกายภาพของแหล่งน้ำในภาคใต้

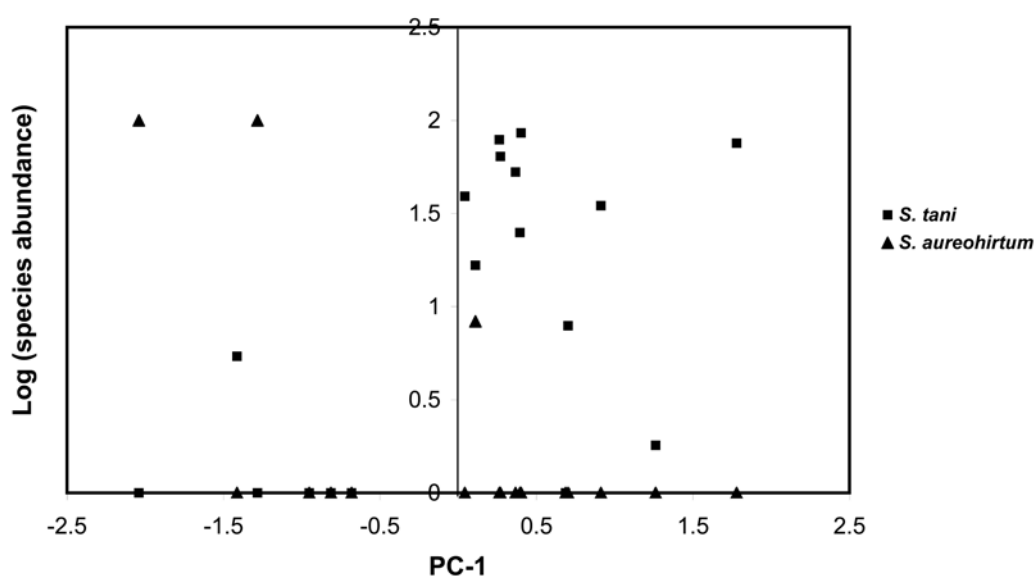
ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด-สูงสุด		Principle components			
		Min.	Max.	PC-1	PC-2	PC-3	PC-4
Width (m)	3.21	0.20	8.00	0.560*	0.398	0.055	-0.219
Depth (m)	0.14	0.02	0.25	0.632**	0.516*	-0.360	-0.188
Velocity (m/sec)	0.47	0.13	1.76	0.689**	0.289	-0.562*	0.024
Conductivity (us/cm)	54.63	15.30	297.20	-0.114	0.788**	0.558*	-0.102
Salinity (ppt)	0.01	0.00	0.10	-0.246	0.821**	0.428	-0.081
pH	7.06	6.53	7.63	0.587*	0.447	0.378	0.151
Dissolved oxygen (mg/l)	6.29	5.41	7.08	0.874**	0.225	-0.138	0.031
Humidity (%)	70.33	25.00	88.00	0.547*	-0.390	0.334	-0.492*
Water temperature (°C)	24.95	22.10	29.20	-0.804**	0.400	-0.164	-0.287
Air temperature (°C)	30.22	24.00	45.20	-0.477*	0.564*	-0.225	0.498*
Altitude (m)	94.67	50.00	245.00	0.568*	0.015	0.246	0.557*
Canopy cover	41.39	0.00	80.00	0.194	-0.612*	0.465	0.191
% of variance				32.53	25.48	13.09	8.70
Cumulative				32.53	58.02	71.10	79.81

หมายเหตุ *, ** = มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

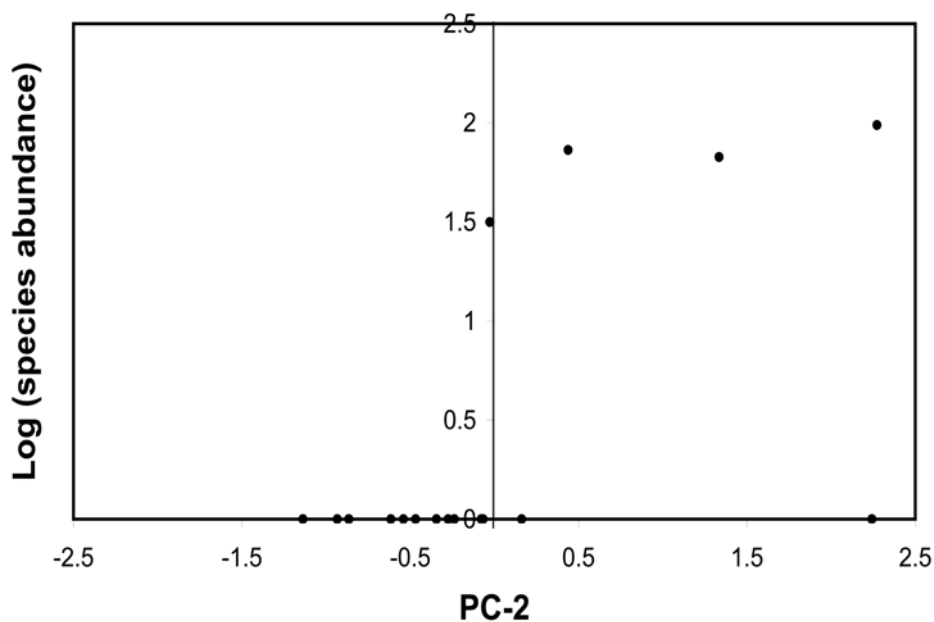
ตารางที่ 7 แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Correlation analysis) ระหว่าง Principle components ของค่าตัวแปรและชนิดแมลงรบกวนที่พบในเขตภาคใต้

ชนิด	Principle components			
	PC-1	PC-2	PC-3	PC-4
<i>S. adleri</i>	0.098	-0.017	0.237	0.360
<i>S. angulistylum</i>	-0.069	-0.069	-0.177	0.024
<i>S. aureohirtum</i>	-0.605**	0.245	-0.060	-0.199
<i>S. burtoni</i>	0.444	-0.086	-0.001	0.339
<i>S. decuplum</i>	-0.124	-0.134	0.083	0.051
<i>S. duolongum</i>	0.228	-0.019	-0.082	0.281
<i>S. fenestratum</i>	0.271	-0.163	0.019	-0.148
<i>S. gombakense</i>	-0.166	-0.285	0.282	0.328
<i>S. grossifilum</i>	0.067	-0.068	-0.028	-0.356
<i>S. nakhonense</i>	0.417	0.212	-0.469*	0.135
<i>S. nobile</i>	0.217	0.650**	-0.004	-0.140
<i>S. nodosum</i>	0.228	-0.019	-0.082	0.281
<i>S. parahiyangum</i>	0.355	-0.051	-0.096	0.342
<i>S. sheilae</i>	-0.417	-0.220	-0.115	0.025
<i>S. sp. nr. sheilae</i>	-0.177	-0.267	0.032	-0.007
<i>S. tani</i>	0.510*	-0.368	0.059	-0.060
<i>S. yuphae</i>	0.098	-0.017	0.237	0.360
Unknown	0.010	-0.135	0.119	-0.151

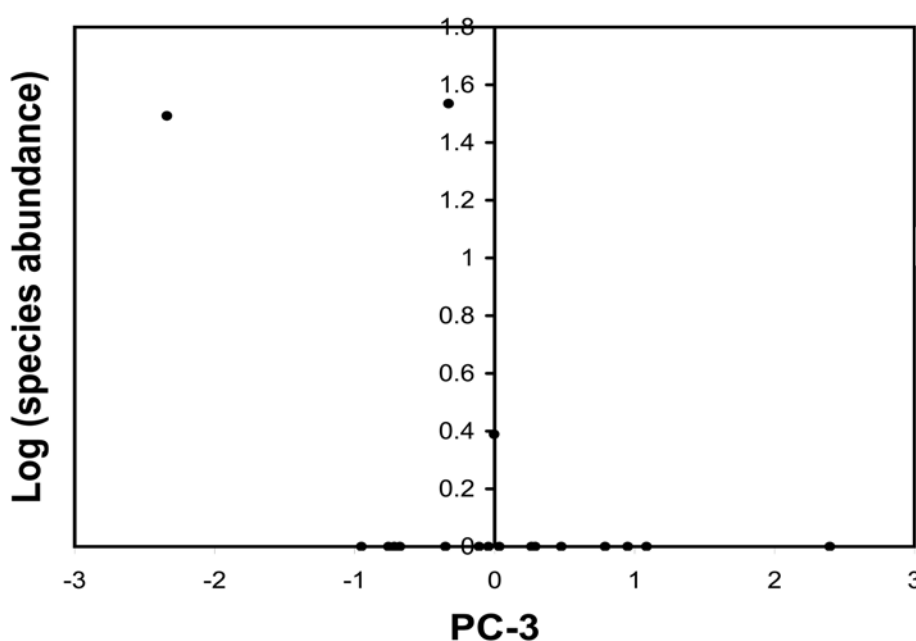
หมายเหตุ *, ** = มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ



ภาพที่ 42 ความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างแมลงรบกวนชนิด *S. tani* กับ PC-1 และความสัมพันธ์เชิงลบระหว่าง *S. aureohirtum* กับ PC-1



ภาพที่ 43 ความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างแมลงร้นดำชนิด *S. nobile* กับ PC-2



ภาพที่ 44 ความสัมพันธ์เชิงลบระหว่างแมลงร้นดำชนิด *S. nakhonense* กับ PC-3

12. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแมลงร้นดำและค่าปัจจัยทางกายภาพของแหล่งน้ำที่ทำการศึกษาในเขตภาคใต้

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบ Pearson Correlation เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายของแมลงร้นดำแต่ละชนิดที่พบในเขตภาคใต้ 18 ชนิด (ตารางที่ 8) พบว่าอุณหภูมิ น้ำสัมพันธ์เชิงบวก แต่อัตราการปกคลุมเรือนยอดของแหล่งน้ำมีความสัมพันธ์เชิงลบต่อการกระจายของแมลงร้นดำชนิด *S. aureohirtum* โดยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น และค่าอัตราการปกคลุมเรือนยอดต่ำลง จะพบแมลงร้นดำชนิดนี้เพิ่มขึ้น ค่าความสูงเหนือระดับน้ำทะเลสัมพันธ์เชิงบวกต่อการกระจายของแมลงร้น

ดำชนิด *S. burtoni* ความลึกของแหล่งน้ำมีความสัมพันธ์เชิงลบกับการกระจายของแมลงวันดำ *S. gombakense* อัตราความเร็วของน้ำมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการพบชนิด *S. nakhonense* ค่าการนำไฟฟ้าและค่าความเค็มของน้ำมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการพบชนิด *S. nobile* แต่อัตราการปกคลุมเรือนยอดสัมพันธ์เชิงลบกับการกระจายของแมลงวันดำชนิดนี้ ค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสัมพันธ์เชิงลบกับการกระจายของแมลงวันดำชนิด *S. sheilae* อุณหภูมิน้ำและอุณหภูมิอากาศมีความสัมพันธ์เชิงลบกับการกระจายของแมลงวันดำชนิด *S. tani* แต่อัตราการปกคลุมเรือนยอดสัมพันธ์เชิงบวกกับวันดำชนิดนี้

ตารางที่ 8 ค่าสมบัติที่สัมพันธ์กับความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแมลงวันดำและปัจจัยทางกายภาพของแหล่งน้ำไหลที่ทำการศึกษาในเขตภาคใต้

ตัวแปร	ชนิด																	
	<i>S. adleri</i>	<i>S. angulistylum</i>	<i>S. aureohirtum</i>	<i>S. burtoni</i>	<i>S. decuplum</i>	<i>S. duolongum</i>	<i>S. fenestratum</i>	<i>S. gombakense</i>	<i>S. grossifilum</i>	<i>S. nakhonense</i>	<i>S. nobile</i>	<i>S. nodosum</i>	<i>S. parahiyangum</i>	<i>S. shellae</i>	<i>S. sp. nr. shellae</i>	<i>S. tani</i>	<i>S. yuphae</i>	Unknown
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-0.501*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.719**	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.549*	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.495*	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.486*	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	0.688**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.578*	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.506*	-	-
	-	-	-	0.783**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-0.538*	-	-	-	-	-	-	-	-0.479*	-	-	-	-	0.502*	-	-

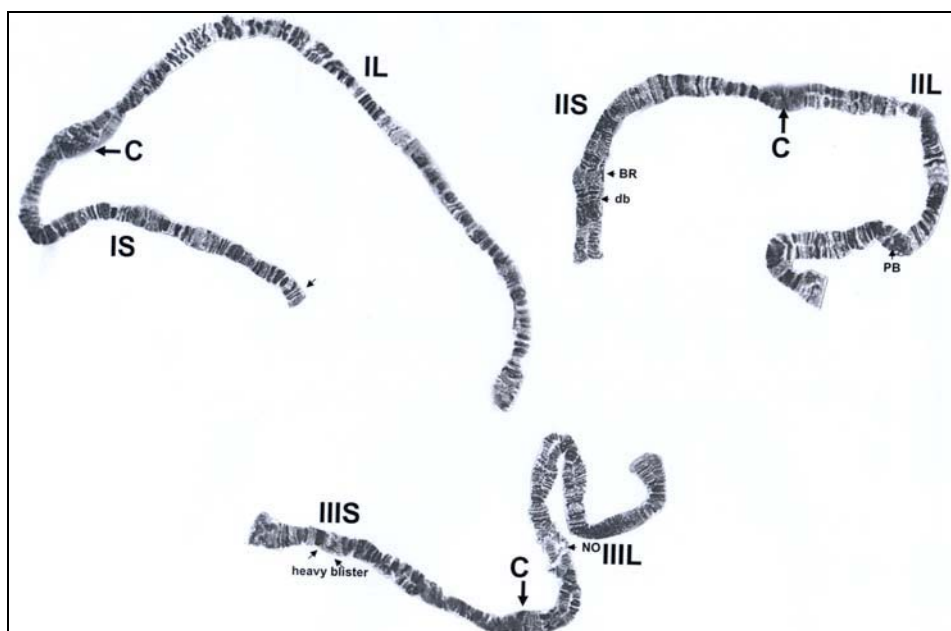
หมายเหตุ *, ** = มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

13. การศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์

จากการจำแนกชนิดแมลงวันตำ พบว่าแมลงวันตำบางชนิดมีลักษณะฐานวิทยากายนอก คล้ายคลึงกันมาก ทำให้เกิดความยุ่งยากในการจำแนกชนิด ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการยืนยันชนิดของแมลงวันตำ โดยการศึกษาแบบแผนแบนด์ของโพลีทีนโครโมโซมในต่อมน้ำลายของตัวอ่อนแมลงวันตำ สำหรับชนิดที่ไม่สามารถระบุชื่อที่แน่นอน (unknown species) ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาลักษณะฐานวิทยากายนอกพร้อมทั้งบรรยายลักษณะและทำการศึกษาโพลีทีนโครโมโซมด้วย เนื่องจากชนิดของแมลงวันตำที่ไม่สามารถระบุชื่อที่แน่นอน มีลักษณะทางฐานวิทยาที่คล้ายคลึงกับชนิดที่มีรายงานการศึกษาแล้ว ดังนั้นผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบแบบแผนแบนด์ของโพลีทีนโครโมโซมกับชนิดดังกล่าวแล้ว ชนิดที่ทำการศึกษาโพลีทีนโครโมโซมจำนวน 2 ชนิด ได้แก่

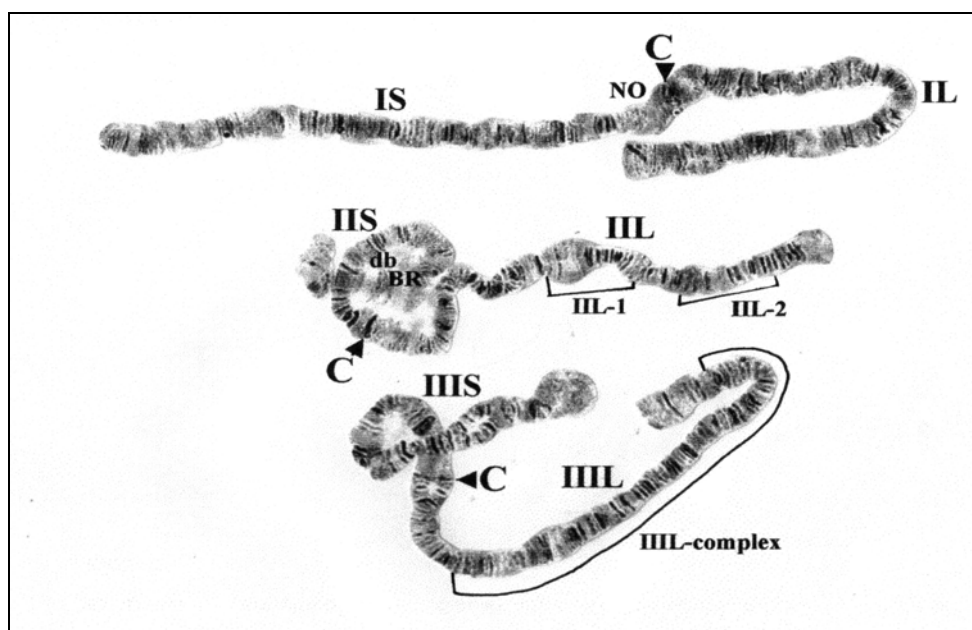
1. **S. sp. nr. *chamlongi*** ที่เก็บมาจากวนอุทยานทุ่งบัวตอง อ. ขุนยวม จ. แม่ฮ่องสอน มีลักษณะรูปแบบและการจัดเรียงตัวของแบนด์บนโพลีทีนโครโมโซมเหมือนกับรูปแบบของแบนด์โพลีทีนโครโมโซมของชนิด *S. chamlongi* ที่เก็บมาจากน้ำตกสิริภูมิ อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จ. เชียงใหม่ (ภาพที่ 45) ดังนั้นแมลงวันตำชนิดนี้จึงเป็นชนิดเดียวกันกับ *S. chamlongi*

2. **S. sp. nr. *feuerborni*** ที่เก็บมาจากวนอุทยานทุ่งบัวตอง อ. ขุนยวม จ. แม่ฮ่องสอน และที่เก็บมาจากอุทยานแห่งชาติขุนวาง อ. แม่วาง จ. เชียงใหม่ จากการศึกษารูปร่างลักษณะฐานวิทยากายนอกของตัวอ่อนชนิด *S. sp. nr. feuerborni* ที่เก็บมาจากทุ่งบัวตองและขุนวาง มีลักษณะคล้ายคลึงกันมากกับชนิด *S. feuerborni* ที่เก็บมาจากโครงการหลวงและน้ำตกห้วยทรายเหลือง ซึ่งอยู่บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ และได้มีรายงานการศึกษาแผนที่มาตรฐานของโพลีทีนโครโมโซมของวันตำชนิดนี้แล้ว (Kuvangkadilok et al., 1999) อย่างไรก็ตามชนิด *S. sp. nr. feuerborni* มีลักษณะจุด (spot) ด้านหลังบริเวณส่วนท้องของตัวอ่อนมากกว่าชนิด *S. feuerborni* จากการศึกษาลักษณะรูปแบบแผนการจัดเรียงตัวของแบนด์โพลีทีนโครโมโซมพบว่ามีความแตกต่างจากแผนภาพโครโมโซมมาตรฐานของชนิด *S. feuerborni* โดยมีชนิดของอินเวอร์ชันต่างกัน จึงอาจเป็นไปได้ว่า *S. sp. nr. feuerborni* จากขุนวางและทุ่งบัวตองเป็น sibling species หรือคนละสปีชีส์กับ *S. feuerborni* จากอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ ซึ่งต้องทำการเก็บตัวอย่างเพิ่มเติมและทำการศึกษาโพลีทีนโครโมโซมให้ละเอียดต่อไป และจากการศึกษารูปแบบการจัดเรียงตัวของแบนด์บนโพลีทีนโครโมโซมของตัวอ่อนของชนิด *S. sp. nr. feuerborni* 1 ที่เก็บมาจากอุทยานแห่งชาติขุนวาง อ. แม่วาง จ. เชียงใหม่ และ *S. sp. nr. feuerborni* 2 ที่เก็บมาจากวนอุทยานทุ่งบัวตอง อ. ขุนยวม จ. แม่ฮ่องสอน พบว่าเป็นชนิดเดียวกัน เนื่องจากมีรูปแบบการเกิดอินเวอร์ชันรูปแบบ IIL-3complex เหมือนกันทุกตัว นอกจากนี้ยังพบอินเวอร์ชันแบบ IIL-2 และพบ B- chromosome ในประชากรทั้งสองด้วย (ภาพที่ 46)



ภาพที่ 45 แผนภาพโพลีทีนโครโมโซมของแมลงวันดำชนิด *S. sp. nr. chamlongi*

C= centromere; NO= nucleolar organizer; db= double bubble; BR= Ring of Balbiani



ภาพที่ 46 แผนภาพโพลีทีนโครโมโซมของแมลงวันดำชนิด *S. sp. nr. feuerborni1* แสดงตำแหน่งการเกิดอินเวอร์ชันแบบ IIL-1 และ IIL-2 บนแขนข้างยาวของโครโมโซมแท่งที่ 2 และตำแหน่งการเกิดอินเวอร์ชันแบบ IIIL-complex บนแขนข้างยาวของโครโมโซมแท่งที่ 3

C= centromere; NO= nucleolar organizer; db= double bubble; BR= Ring of Balbiani

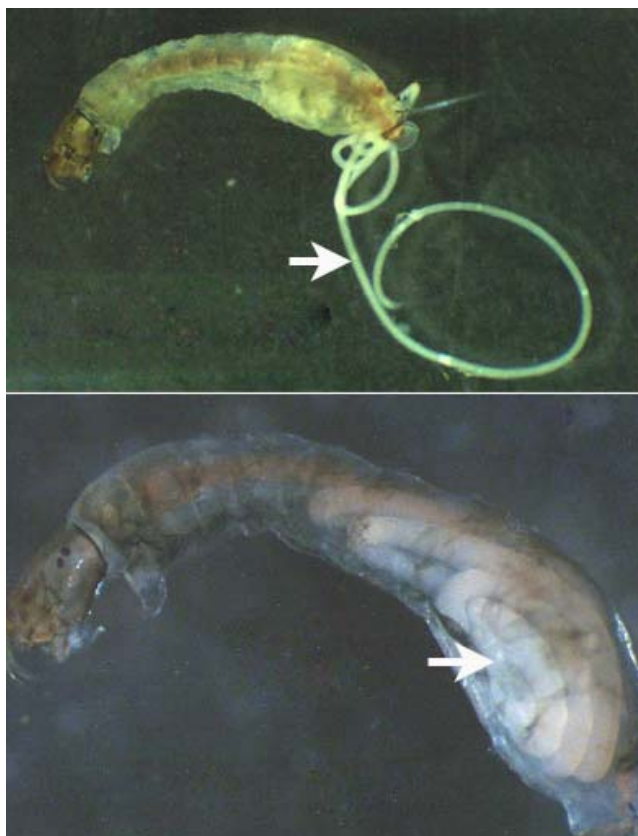
14. การศึกษาปรสิตและเชื้อราในตัวอ่อนแมลงวันดำในภาคเหนือ

การศึกษาปรสิตในตัวอ่อนของแมลงวันดำในเขตภาคเหนือของประเทศไทย พบปรสิตทั้งหมด 4 กลุ่ม ได้แก่ หนอนพยาธิตัวกลม (mermithids) ที่จัดอยู่ในวงศ์ Mermithidae (ภาพที่ 47) กลุ่ม microsporidia ที่ไม่ทราบชนิด (ภาพที่ 48) โปรโตซัวชั้น Ischyosporae ชนิด *Paramoebidium* spp. (ภาพที่ 49) กลุ่มเชื้อราชั้น Chytridiomycetes ชนิด *Coelomycidium simulii* (ภาพที่ 50) และเชื้อราชั้น Trichomycetes หลายชนิด (ภาพที่ 51-55) ในแมลงวันดำหลายชนิด เช่น *S. asakoe*, *S. chamlongi*, *S. Chiangmaiense*, *S. fenestratum*, *S. feuerborni*, *S. nakhonense*, *S. nodosum*, *S. quinquestratum*, และ *S. tani* เปอร์เซ็นต์การพบกลุ่มปรสิตมีค่าต่ำกว่า 10% ในทุกฤดูกาลในแมลงวันดำแต่ละชนิด

ในการทำการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับเชื้อราในชั้น Trichomycetes ที่พบในระบบทางเดินอาหารของตัวอ่อนแมลงวันดำชนิด *S. asakoe* และ *S. quinquestratum* (ตารางที่ 9) เชื้อราที่พบแบ่งออกเป็น 2 วงศ์ ได้แก่ Harpellaceae และ Legeriomycetaceae จากการศึกษาพบเชื้อราวงศ์ Harpellaceae ในทางเดินอาหารตอนกลาง (midgut) เพียงชนิดเดียว คือ *Harpella melusinae* (ภาพที่ 51) ซึ่งพบในทุกตัวของตัวอ่อนแมลงวันดำทั้งสองชนิด เชื้อราวงศ์ Legeriomycetaceae พบเฉพาะทางเดินอาหารตอนปลาย (hindgut) ของตัวอ่อนแมลงวันดำ โดยพบเชื้อรา 4 ชนิด ได้แก่ *Genistellospora homothallica* (ภาพที่ 52) พบเฉพาะในตัวอ่อนวันดำชนิด *S. asakoe*, *Pennella* spp. (ภาพที่ 53) พบน้อยมากในตัวอ่อนวันดำชนิด *S. asakoe*, *Simuliomyces microsporus* (ภาพที่ 54) พบในตัวอ่อนวันดำชนิด *S. asakoe* ที่เก็บจากน้ำตกสิริภูมิในฤดูร้อน (50%) และฤดูหนาว (23.08%) และ *Smittium* spp. (ภาพที่ 55) พบในตัวอ่อนวันดำชนิด *S. quinquestratum* (33.33%) สำหรับโปรโตซัวชั้น Ischyosporae ชนิด *Paramoebidium* spp. (ภาพที่ 49) พบมากกว่า 50% ในตัวอ่อนวันดำชนิด *S. asakoe* นอกจากนี้ยังมีกลุ่มเชื้อราที่ไม่สามารถระบุชนิดได้แน่นอน เนื่องจากระยะของการเจริญเติบโตของเชื้อรายังไม่เจริญเต็มที่จึงยากแก่การระบุชนิด จึงเรียกโดยรวมว่า undetermined legeriomycetaceae

ตารางที่ 9 เปอร์เซ็นต์การพบเชื้อราและโปรโตซัวในทางเดินอาหารของแมลงวันดำชนิด *S. asakoe* จากน้ำตกลีริภูมิ จ. เชียงใหม่และ *S. quinquestriatum* จากบ้านปางริมกรณ์ จ. เชียงราย

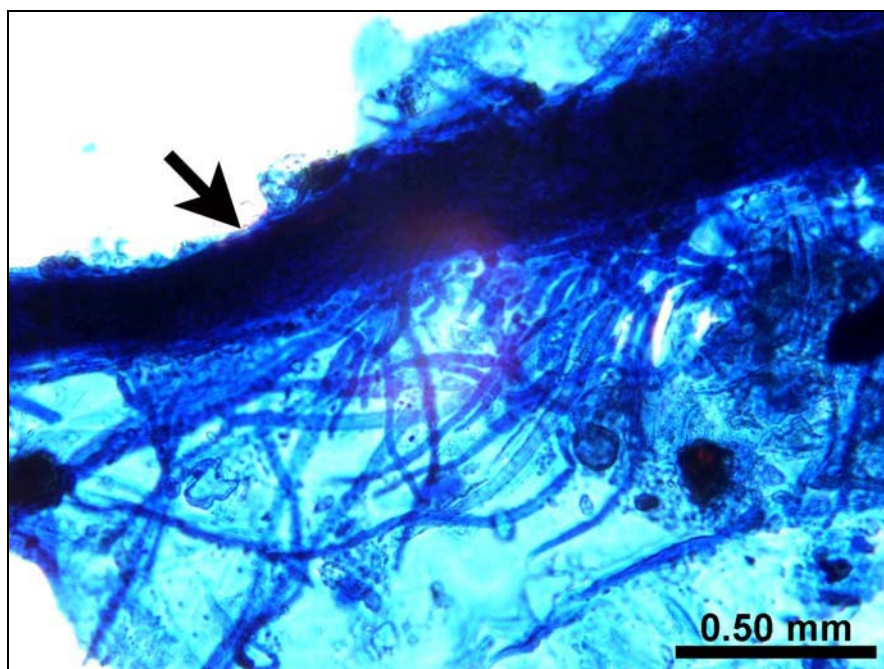
ชนิดของเชื้อราและโปรโตซัว	เปอร์เซ็นต์การพบเชื้อรา/โปรโตซัวในแต่ละประชากร		
	<i>S. asakoe</i> (ฤดูหนาว)	<i>S. asakoe</i> (ฤดูร้อน)	<i>S. quinquestriatum</i> บ้านปางริมกรณ์
1. <i>Harpella melusinae</i>	100 (n=104)	100 (n=10)	100 (n=18)
2. <i>Genistellospora homothallica</i>	11.54 (n=12)	20 (n=2)	0
3. <i>Pennella</i> spp.	9.62 (n=10)	0	0
4. <i>Simuliomyces microsporus</i>	23.08 (n=24)	50 (n=5)	0
5. <i>Smittium</i> spp.	0.96 (n=1)	0	33.33 (n=6)
6. undetermined legeriomycetaceae	27.88 (n=29)	0	5.56 (n=1)
7. <i>Paramoebidium</i> spp.	57.69 (n=60)	70 (n=7)	27.77 (n=5)



ภาพที่ 47 หนอนพยาธิตัวกลมพวง mermithids (ลูกศรชี้) ที่พบในตัวอ่อนแมลงวันดำชนิด *Simulium tani* (ภาพบน) และวันดำชนิด *Simulium nakhonense* (ภาพล่าง)



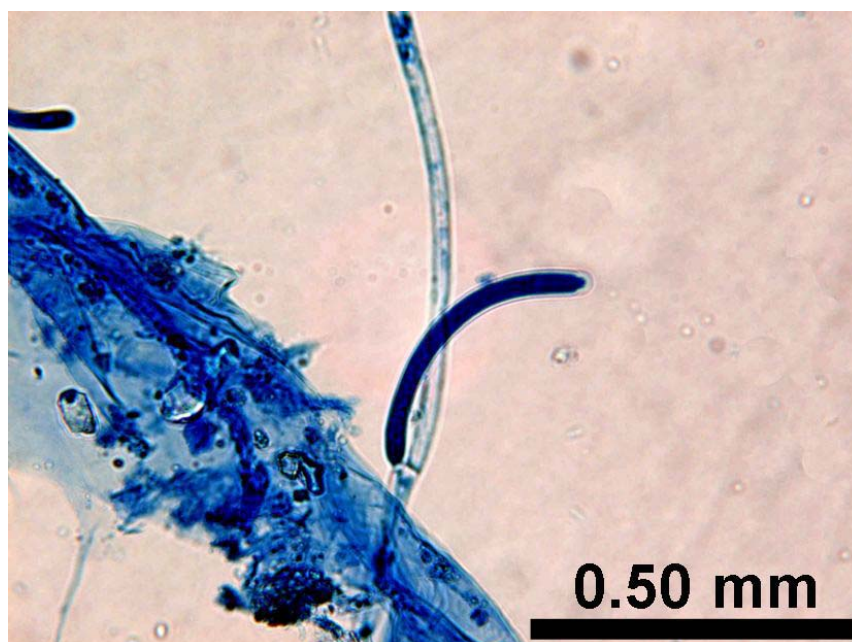
ภาพที่ 48 กลุ่ม microsporidia (ลูกศรชี้) ที่พบในตัวอ่อนแมลงวันดำชนิด *Simulium feuerborni*



ภาพที่ 49 โปรโตซัวชั้น Ishthyospores ชนิด *Paramoebidium* spp. (ลูกศรชี้) ที่พบในทางเดินอาหารตอนปลายของตัวอ่อนริ้นดำชนิด *Simulium asakoe* มันอยู่ร่วมกับเชื้อราชนิด *Simuliomyces microsporus* (เห็นทลไ้เป็นเส้นๆ ย่อมติดสีน้ำเงิน)



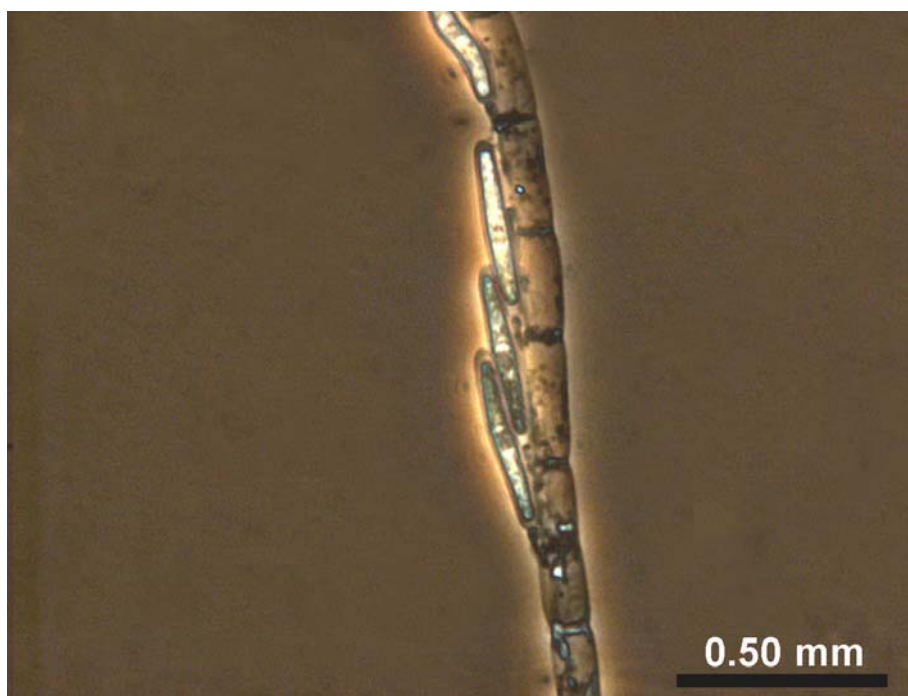
ภาพที่ 50 กลุ่มเชื้อราชั้น Chytridiomycetes ชนิด *Coelomycidium simulii* (ลูกศรชี้) ที่พบในตัวอ่อนแมลงริ้นดำชนิด *Simulium chamlongi*



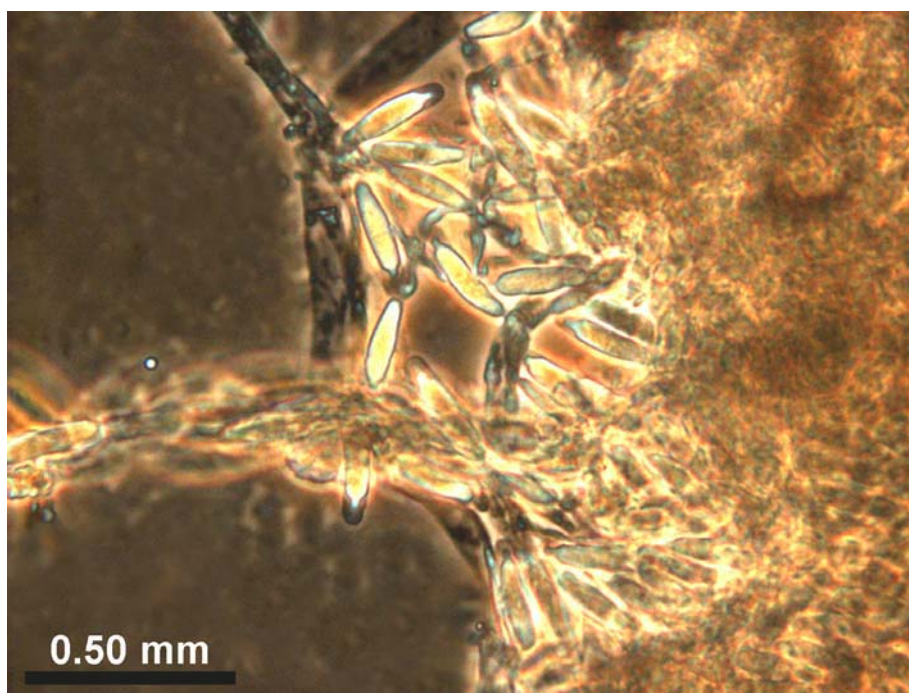
ภาพที่ 51 เชื้อราชั้น Trichomycetes ชนิด *Harpella melusinae* ที่พบในทางเดินอาหารตอนกลางของ ตัวอ่อนริ้นดำชนิด *Simulium asakoe*



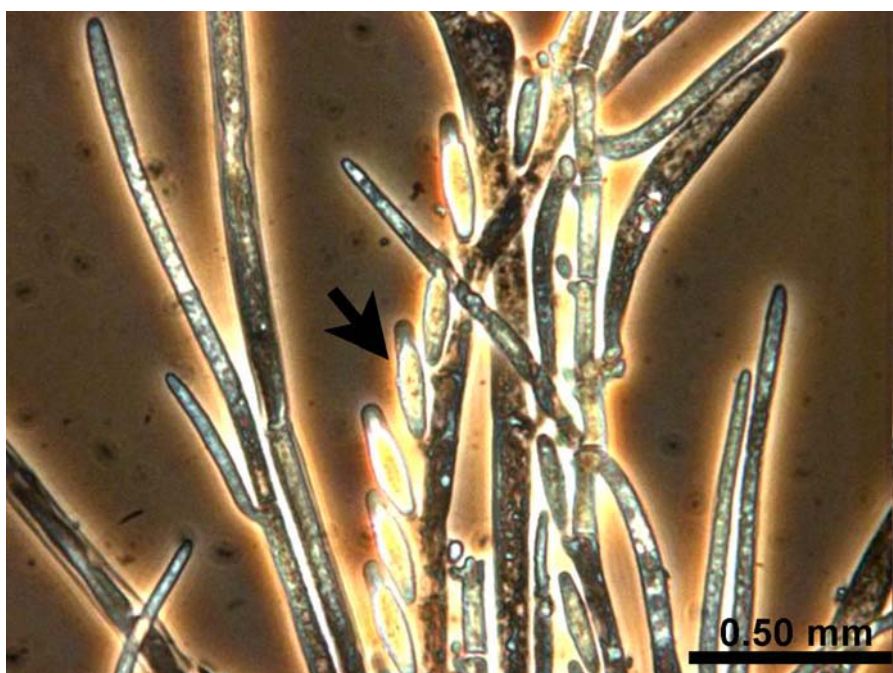
ภาพที่ 52 เชื้อราชั้น Trichomycetes ชนิด *Genistellospora homothallica* ที่พบในทางเดินอาหาร ตอนปลายของตัวอ่อนริ้นดำชนิด *Simulium asakoe*



ภาพที่ 53 เชื้อราชั้น Trichomycetes ชนิด *Penella* spp. ที่พบในทางเดินอาหารตอนปลายของตัวอ่อนริ้นดำชนิด *Simulium asakoae*



ภาพที่ 54 เชื้อราชั้น Trichomycetes ชนิด *Simuliomyces microsporus* ที่พบในทางเดินอาหารตอนปลายของตัวอ่อนริ้นดำชนิด *Simulium asakoae*



ภาพที่ 55 เชื้อราชั้น Trichomycetes ชนิด *Smittium* spp. ที่พบในทางเดินอาหารตอนปลายของตัวอ่อนริ้นดำชนิด *Simulium quinquestriatum*

5. อภิปรายและสรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาความหลากหลายของแมลงรืนดำบริเวณแหล่งน้ำไหลในฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน บริเวณ 10 จังหวัดภาคเหนือ พบแมลงรืนดำทั้งหมด 27 ชนิด ได้แก่ *S. asakoe*, *S. aureohirtum*, *S. burtoni*, *S. chaliowae*, *S. chamlongi*, *S. Chiangmaiense*, *S. chumpornense*, *S. decuplum*, *S. fenestratum*, *S. feuerborni*¹, *S. feuerborni*², *S. sp. nr. sheilae*, *S. sheilae*, *S. gombakense*, *S. inthanonense*, *S. nakhonense*, *S. nigrogilvum*, *S. nodosum*, *S. parahiyangum*, *S. quinquestriatum*, *S. rudnicki*, *S. sp. nr. rufibasis*, *S. siamense*, *S. siripoomense*, *S. tani*, *S. weji*, และ *S. yuphae* แมลงรืนดำจำนวน 27 ชนิดนี้ คิดเป็น 37.5% ของจำนวนชนิดที่พบทั้งหมด (72 ชนิด) ในประเทศไทย ฤดูหนาวพบ 26 ชนิด ซึ่งมากกว่าจำนวนชนิดที่พบในฤดูฝนและฤดูร้อนซึ่งพบ 24 ชนิดและ 23 ชนิด ตามลำดับ ความหลากหลายของชนิดของรืนดำมีความสัมพันธ์กับค่าความสูงเหนือระดับน้ำทะเล ซึ่งจะมีแนวโน้มการพบจำนวนชนิดเพิ่มขึ้นเมื่อค่าความสูงเพิ่มขึ้นในทุกฤดู การศึกษานี้พบแมลงรืนดำจำนวน 22 ชนิดในทุกฤดูที่ทำการศึกษา แต่ละชนิดมีความแปรผันของจำนวนที่พบ ซึ่งทำให้สามารถระบุชนิดที่เด่นในแต่ละฤดู ได้แก่ ชนิด *S. burtoni*, *S. feuerborni* 2 และ *S. siamense* เป็นชนิดที่เด่นในฤดูฝน ชนิด *S. chamlongi*, *S. fenestratum*, *S. nigrogilvum*, และ *S. quinquestriatum* เป็นชนิดที่เด่นในฤดูหนาว และชนิดที่เด่นมากในฤดูร้อน คือ *S. asakoe*, *S. aureohirtum*, *S. parahiyangum* และ *S. siripoomense* นอกจากนี้ยังพบความแปรผันตามฤดูกาลของแมลงรืนดำบางชนิดที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนในแหล่งน้ำที่ทำการศึกษบางแห่ง เช่น โป่งน้ำร้อนและบ้านทุ่งยาว ในจังหวัดเชียงราย บ้านปางเปกและวนอุทยานทุ่งบัวตอง จังหวัดแม่ฮ่องสอน และน้ำตกหมอกฟ้า ในจังหวัดเชียงใหม่ อย่างไรก็ตามแหล่งน้ำไหลส่วนใหญ่ที่ทำการศึกษาในภาคเหนือไม่มีความแปรผันตามฤดูกาลของชนิดอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อทำการทดสอบความแปรผันของปัจจัยทางกายภาพของแหล่งน้ำไหลเปรียบเทียบในแต่ละฤดู พบว่าฤดูหนาวมีค่าความลึกของน้ำมากกว่าฤดูฝนและฤดูร้อน ค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในฤดูฝนจะมีค่าสูงกว่าฤดูร้อนและฤดูหนาว ความชื้นอากาศมีค่าสูงสุดในฤดูฝน ซึ่งมากกว่าในฤดูหนาวและฤดูร้อนตามลำดับ สำหรับอุณหภูมิน้ำและอากาศ ฤดูร้อนมีค่าสูงสุดและสูงกว่าในฤดูฝนและฤดูหนาว ดังนั้นชนิดที่เด่นในแต่ละฤดูจะสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพของแหล่งน้ำไหลที่เอื้อให้ชนิดรืนดำนั้นๆ มีการเจริญเติบโตได้อย่างเหมาะสม เช่น *S. chamlongi*, *S. fenestratum*, *S. nigrogilvum* และ *S. quinquestriatum* ซึ่งเป็นรืนดำในสกุลย่อย *Simulium* ส่วนใหญ่รืนดำที่จัดจำแนกอยู่ในสกุลย่อย *Simulium* เป็นชนิดที่เด่นในฤดูหนาว ซึ่งสัมพันธ์กับแหล่งน้ำที่มีความลึกมากและอุณหภูมิน้ำและอากาศต่ำ ส่วนรืนดำชนิด *S. asakoe*, *S. aureohirtum*, *S. parahiyangum* และ *S. siripoomense* ซึ่งจัดอยู่ในสกุลย่อย *Gomphostilbia* และ *Nevermannia* เป็นชนิดที่เด่นมากในฤดูร้อนซึ่งสัมพันธ์กับแหล่งน้ำตื้นๆ และมีอุณหภูมิน้ำและอากาศสูง การกระจายของชนิดแมลงรืนดำใน 10 จังหวัดภาคเหนือ พบว่าชนิด *S. nakhonense* มีการกระจายในหลายจังหวัด เนื่องจากสามารถอยู่ในสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่มีความหลากหลายและพบได้ในทุกแหล่งอาศัยย่อย เช่น ไร่ไผ่และกึ่งไม้ทั้งสดและแห้ง ก้อนหิน และพลาสติก ดังนั้นรืนดำชนิดนี้ปรับตัวได้ดีในระบบนิเวศของแหล่งน้ำไหลในช่วงกว้าง (Kuvangkadilok et. al., unpublished data) แต่ชนิด *S. chaliowae* พบเฉพาะในจังหวัดแพร่และ *S. weji* พบที่ลำปาง โดยแมลงรืนดำสองชนิดมัก

อาศัยในแหล่งน้ำไหลที่เป็นหินปูน ซึ่งตะกอนหินปูนมักจะเกาะติดกับปลอกของตัวด้กแด่ แหล่งน้ำที่พบร้นดำชนิดนี้ มักจะไม่พบร้นดำชนิดอื่นอาศัยอยู่ร่วมด้วย (Takaoka, 2001) อย่างไรก็ตามร้นดำส่วนใหญ่มีกออาศัยรวมกันมากกว่า 1 ชนิดในแต่ละแหล่งน้ำไหล ซึ่งเรียกว่า “การรวมกลุ่มของชนิด” (species assemblage) (McCreadie and Adler, 1997) และพบว่าร้นดำหลายชนิดสามารถอาศัยในแหล่งน้ำไหลที่มีค่าปัจจัยทางกายภาพของน้ำในช่วงกว้าง จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายตัวของร้นดำแต่ละชนิด พบว่าปัจจัยทางกายภาพของน้ำบางปัจจัยมีผลต่อการกระจายตัวของร้นดำแต่ละชนิดแต่มีค่าอยู่ในระดับที่ไม่สูงมากนัก อาจเนื่องจากการปรับตัวของร้นดำให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำไหลที่เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อมของฤดูกาล ดังนั้นจะเห็นว่าการกระจายของแมลงร้นดำโดยทั่วไปจะขึ้นกับระยะเวลาหรือฤดูกาลและชนิดของระบบนิเวศของแหล่งที่ทำการศึกษา ซึ่งมีความสอดคล้องกับการศึกษาการกระจายของแมลงร้นดำในประเทศสหรัฐอเมริกา (McCreadie and Adler, 1998)

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หลายตัวแปร เพื่อการศึกษาจัดกลุ่มแหล่งน้ำไหลและไ้ลดความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการไม่นำแหล่งน้ำไหลที่พบจำนวนตัวน้อยกว่า 25 ตัว และไม่นำชนิดที่พบน้อยกว่า 10 เพอร์เซ็นต์ของจำนวนแหล่งน้ำไหลทั้งหมดมาวิเคราะห์ข้อมูล ได้ทำการจัดกลุ่มแหล่งน้ำไหลในแต่ละฤดูด้วยข้อมูลทางชีวภาพ กล่าวคือทำการจัดกลุ่มแหล่งน้ำไหลด้วยข้อมูลความคล้ายคลึงกันของชนิดแมลงร้นดำ ฤดูฝนสามารถจัดกลุ่มแหล่งน้ำไหลจำนวน 56 แห่ง ออกเป็น 7 กลุ่ม แมลงร้นดำจำนวน 8 ชนิดที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับแกนมากกว่า 0.60 (ผลจาก PCC analysis ใน PATN) ได้แก่ *S. asakoe*, *S. burtoni*, *S. Chiangmaiense*, *S. fenestratum*, *S. nakhonense*, *S. nodosum*, *S. quinquestratum* และ *S. siamense* ฤดูหนาวสามารถจัดกลุ่มแหล่งน้ำไหลจำนวน 57 แห่ง ออกเป็น 8 กลุ่ม แมลงร้นดำ 4 ชนิดที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญและถูกจัดเรียงอันดับบนแกน ได้แก่ *S. asakoe*, *S. Chiangmaiense*, *S. fenestratum* และ *S. nakhonense* และฤดูร้อนสามารถจัดกลุ่มแหล่งน้ำไหลจำนวน 39 แห่ง ออกเป็น 6 กลุ่ม แมลงร้นดำ 5 ชนิดที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญและถูกจัดเรียงอันดับบนแกน ได้แก่ *S. asakoe*, *S. aureohirtum*, *S. Chiangmaiense*, *S. nakhonense* และ *S. nodosum* แมลงร้นดำจำนวน 3 ชนิดที่มีความสัมพันธ์กับแกนทั้งสามฤดู ได้แก่ *S. asakoe*, *S. Chiangmaiense* และ *S. nakhonense* ผลการจัดกลุ่มแหล่งน้ำไหลในแต่ละฤดูมีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามการจัดกลุ่มแหล่งน้ำไหลของน้ำตกธารทองจังหวัดลำปาง (LPA01) ถูกแยกออกจากกลุ่มอื่นอย่างชัดเจน เนื่องจากพบแมลงร้นดำชนิดที่เด่น คือชนิด *S. weji* เหมือนกันทั้งสามฤดูและเป็นชนิดที่กระจายจำกัดเฉพาะที่น้ำตกธารทองเท่านั้น อย่างไรก็ตามแมลงร้นดำชนิดนี้ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับแกนมากกว่า 0.60

จากการวิเคราะห์การจัดกลุ่มและการจัดอันดับในโปรแกรม PATN และ Principal component analysis รวมทั้งการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายในแต่ละชนิดของแมลงร้นดำ สามารถสรุปได้ดังนี้ ชนิด *S. asakoe* พบมากในแหล่งน้ำที่มีความกว้างน้อยและพื้นลำธารประกอบด้วยกรวดหรือทราย ความลึกและอัตราความเร็วน้ำต่ำ และส่วนใหญ่จะพบในแหล่งน้ำที่มีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลสูง ชนิด *S. aureohirtum* มักพบในแหล่งน้ำไหลที่มีแสงแดดส่องถึงได้มาก และเป็นบริเวณแหล่งน้ำไหลที่เรียกว่า outlet ชนิด *S. burtoni* มักพบในแหล่งน้ำที่พื้นลำธารเป็นก้อน

หินชนิด rubble และ boulder ชนิด *S. chiangmaiense*, *S. nakhonense*, *S. nodosum* และ *S. quinquestratum* มักพบในแหล่งน้ำที่มีความกว้าง ความลึกและปริมาตรของน้ำที่ไหลมากและอัตราความเร็วของน้ำสูง พื้นลำธารส่วนใหญ่จะประกอบด้วยก้อนหินชนิด rubble และ boulder นอกจากนี้ มักพบในแหล่งน้ำที่มีอุณหภูมิน้ำและอุณหภูมิอากาศสูง ความชื้นอากาศต่ำ และพบในระดับความสูงต่ำ ชนิด *S. fenestratum* พบในแหล่งน้ำไหลที่มีอุณหภูมิน้ำต่ำและอยู่ในความสูงเหนือระดับน้ำทะเลค่อนข้างสูง และชนิด *S. siamense* พบในแหล่งน้ำที่มีค่าการนำไฟฟ้าและความเค็มของน้ำค่อนข้างสูง นอกจากนี้พบว่าการจัดกลุ่มแหล่งน้ำไหลด้วยโปรแกรม PATN และ Hierarchical Cluster Analysis โดยใช้ข้อมูลทางชีวภาพได้ผลที่คล้ายคลึงกัน

จากการศึกษาอนุกรมวิธานและนิเวศวิทยาของแมลงรืนดำที่เก็บจากแหล่งน้ำไหลจำนวน 9 จังหวัดในภาคใต้ พบแมลงรืนดำทั้งหมด 18 ชนิด ได้แก่ *S. adleri*, *S. angulistylum*, *S. aureohirtum*, *S. burtoni*, *S. decuplum*, *S. duolongum*, *S. fenestratum*, *S. gombakense*, *S. grossifilum*, *S. nakhonense*, *S. nobile*, *S. nodosum*, *S. parahiyangum*, *S. tani*, *S. sheilae*, *S. sp. nr. sheilae*, *S. yuphae*, และ unknown sp. แมลงรืนดำจำนวน 18 ชนิด คิดเป็น 25% ของจำนวนชนิดทั้งหมดที่พบในประเทศไทย ซึ่งในการศึกษาคั้งนี้ผู้วิจัยได้พบแมลงรืนดำชนิดใหม่ 1 ชนิด คือ *S. adleri* ที่ อ. ปลายพระยา จ. กระบี่ การจัดกลุ่มแหล่งน้ำไหลที่ทำการศึกษาในภาคใต้จำนวน 18 แห่งด้วยข้อมูลทางกายภาพและชีวภาพ โดยใช้วิธี Hierarchical Cluster Analysis และการจัดกลุ่มด้วยข้อมูลทางชีวภาพด้วย UPGMA ในโปรแกรม PATN สามารถระบุชนิดที่เด่นและพบมากในแต่ละกลุ่มแหล่งน้ำที่ทำการศึกษา ชนิดที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญมากกว่า 0.50 ในแต่ละกลุ่มมีจำนวน 6 ชนิด ได้แก่ *S. aureohirtum*, *S. fenestratum*, *S. nobile*, *S. parahiyangum*, *S. sheilae* และ *S. tani* เมื่อทำการวิเคราะห์ principal component analysis และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ ระหว่างการกระจายของแมลงรืนดำแต่ละชนิดกับปัจจัยทางกายภาพของแหล่งน้ำไหล สามารถสรุปการกระจายของแมลงรืนดำในภาคใต้ ดังนี้ อุณหภูมิน้ำเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายของชนิด *S. aureohirtum* และ *S. tani* อัตราความเร็วของน้ำมีผลต่อการกระจายของชนิด *S. nakhonense* ค่าการนำไฟฟ้าและค่าความเค็มของน้ำมีผลต่อการกระจายของ *S. nobile* ค่าความสูงเหนือระดับน้ำทะเลมีผลต่อการกระจายของ *S. burtoni* อัตราการปกคลุมเรือนยอดมีผลต่อการกระจายของแมลงรืนดำชนิด *S. aureohirtum*, *S. nobile*, และ *S. tani* นอกจากนี้ยังพบว่าอุณหภูมิน้ำสัมพันธ์เชิงบวก แต่อัตราการปกคลุมเรือนยอดของแหล่งน้ำมีความสัมพันธ์เชิงลบต่อการกระจายของแมลงรืนดำชนิด *S. aureohirtum* โดยเมื่ออุณหภูมิน้ำเพิ่มขึ้น และค่าอัตราการปกคลุมเรือนยอดต่ำลง จะพบแมลงรืนดำชนิดนี้เพิ่มขึ้น ค่าความสูงเหนือระดับน้ำทะเลสัมพันธ์เชิงลบต่อการกระจายของแมลงรืนดำชนิด *S. burtoni* ความลึกของแหล่งน้ำมีความสัมพันธ์เชิงลบกับการกระจายของแมลงรืนดำ *S. gombakense* อัตราความเร็วของน้ำมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการกระจายของ *S. nakhonense* ค่าการนำไฟฟ้าและค่าความเค็มของน้ำมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการกระจายของ *S. nobile* แต่อัตราการปกคลุมเรือนยอดสัมพันธ์เชิงลบกับการกระจายของแมลงรืนดำชนิดนี้ ค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสัมพันธ์เชิงลบกับการกระจายของแมลงรืนดำชนิด *S. sheilae* นอกจากนี้อุณหภูมิน้ำและอุณหภูมิอากาศมีความสัมพันธ์เชิงลบ แต่อัตราการปกคลุมเรือนยอดสัมพันธ์เชิงบวกกับการกระจายของแมลงรืนดำชนิด *S. tani* จากการศึกษาพบว่า

การกระจายของรึ้นดำชนิด *S. aureohirtum*, *S. nakhonense* และ *S. tani* ที่พบในภาคใต้มีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพคล้ายคลึงกับการกระจายของชนิดเหล่านี้ในภาคเหนือ

เมื่อทำการศึกษาการแพร่กระจายของแมลงรึ้นดำแต่ละชนิดเปรียบเทียบระหว่างภาคเหนือและภาคใต้ แมลงรึ้นดำที่พบทั้งภาคเหนือและภาคใต้มีจำนวน 12 ชนิด ได้แก่ *S. aureohirtum*, *S. burtoni*, *S. decuplum*, *S. fenestratum*, *S. gombakense*, *S. nakhonense*, *S. nodosum*, *S. parahiyangum*, *S. sp. nr. sheilae*, *S. sheilae*, *S. tani* และ *S. yuphae* แมลงรึ้นดำที่พบเฉพาะในภาคเหนือ ได้แก่ *S. chaliowae*, *S. chamlongi*, *S. Chiangmaiense*, *S. feuerborni* 1, *S. feuerborni* 2, *S. inthanonense*, *S. nigrogilvum*, *S. quinquestriatum*, *S. rudnicki*, *S. sp. nr. rufibasis*, *S. siamense*, *S. siripoomense*, และ *S. weji* แมลงรึ้นดำเหล่านี้จะพบในแหล่งน้ำที่มีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลมากกว่า 200 เมตร โดยเฉพาะบางชนิดจะมีการกระจายในที่ที่มีความสูงมากกว่า 1,000 เมตร เช่น *S. inthanonense*, *S. feuerborni* 1, *S. feuerborni* 2 และ *S. rudnicki* ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับการศึกษาการกระจายของรึ้นดำเหล่านี้ในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ (Kuvangkadilok et. al., 1999a) สำหรับแมลงรึ้นดำชนิด *S. chumpornense* มีรายงานการพบครั้งแรกบริเวณน้ำตกกระเปาะ จังหวัดชุมพร (Kuvangkadilok and Takaoka, 2000) ต่อมาพบชนิดนี้ในบริเวณภาคเหนือ (Choochote, unpublished data) และภาคกลาง (Phasuk, personal communication) เช่นกัน การศึกษาครั้งนี้พบรึ้นดำชนิด *S. chumpornense* ในบริเวณบ้านปางแห อำเภอมะริม จังหวัดเชียงใหม่ แมลงรึ้นดำที่พบเฉพาะในภาคใต้ ได้แก่ *S. adleri*, *S. angulistylum*, *S. duolongum*, *S. grossifilum*, และ *S. nobile* แมลงรึ้นดำเหล่านี้มักพบในที่ที่มีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลต่ำกว่า 200 เมตร ชนิด *S. grossifilum*, และ *S. nobile* เป็นชนิดที่พบเฉพาะภาคใต้ และมีความสอดคล้องกับการรายงานการศึกษาการกระจายของแมลงรึ้นดำในภาคใต้ (เจลิเยวและคณะ, 2549) เมื่อเปรียบเทียบชนิดรึ้นดำที่พบในกลุ่ม *nobile-group* ซึ่งประกอบด้วย 2 ชนิด ได้แก่ *S. nodosum* และ *S. nobile* ชนิด *S. nodosum* พบเฉพาะในภาคเหนือ และมักพบอาศัยกับกลุ่มรึ้นดำในกลุ่ม *striatum-group* ได้แก่ *S. Chiangmaiense*, *S. nakhonense*, และ *S. quinquestriatum* โดยชอบอาศัยในแหล่งน้ำที่มีความกว้างและความลึกมาก อัตราความเร็วของน้ำสูง และมีความชื้นอากาศต่ำ แต่ชนิด *S. nobile* พบกระจายเฉพาะในภาคใต้ มักอาศัยในแหล่งน้ำเดียวกับชนิด *S. fenestratum* ที่มีลักษณะแหล่งน้ำที่มีความกว้างและความลึกมาก อัตราความเร็วของน้ำสูง และมีความชื้นอากาศสูง อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้พบว่าชนิด *S. tani* มีเปอร์เซ็นต์การแพร่กระจายสูงทั้งในภาคเหนือและภาคใต้ซึ่งมีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Pramual et. al. (2005) และ Tangkawanit et. al. (2007)

การศึกษการจัดจำแนกชนิดของแมลงรึ้นดำโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอกเพียงอย่างเดียวค่อนข้างยุ่งยาก เนื่องจากแมลงรึ้นดำบางชนิด มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่แปรผันไปตามสภาพแวดล้อม เช่น *S. nakhonense* จะมีสีตัวต่างกันขึ้นกับแหล่งอาศัยย่อย จึงอาจทำให้เข้าใจผิดว่าเป็นรึ้นดำต่างชนิดกัน นอกจากนี้พบว่าแมลงรึ้นดำบางชนิดมีลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอกที่คล้ายคลึงกันมาก ซึ่งอาจจะดูเหมือนว่าเป็นชนิดเดียวกัน หรือเป็นกลุ่มสปีชีส์ซับซ้อน (species complex) ซึ่งซิบลิงสปีชีส์มีลักษณะรูปร่างภายนอกของตัวอ่อนและตัวเต็มวัยคล้ายคลึงกันมาก ดังนั้น

แนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยในการจำแนกชนิดของแมลงรึ้นดำได้แม่นยำและถูกต้องมากยิ่งขึ้น คือ การศึกษาทางเซลล์พันธุศาสตร์ โดยการศึกษาความแตกต่างของแบบแผนการเรียงตัวของแบนด์บน โพลีทีนโครโมโซม ในประเทศไทยมีรายงานการศึกษาโพลีทีนโครโมโซมเพื่อช่วยในการจำแนกชนิดของแมลงรึ้นดำบางชนิด (Kuvangkadilok et. al., 1999b-c; Kuvangkadilok et. al., 2003) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาโพลีทีนโครโมโซมในกลุ่ม *tuberosum*-group ที่มีลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอกคล้ายคลึงกันมาก แต่มีความแตกต่างของแบบแผนการเรียงตัวของแบนด์บนโพลีทีนโครโมโซม ทำให้พบชนิดใหม่ของแมลงรึ้นดำชนิด *S. tani* และ *S. doipuiense* ที่เก็บมาจากแหล่งน้ำต่างๆ (Tangkawanit et. al., 2007) ในการศึกษาพบว่ามีชนิด *S. sp. nr. chamlongi* ที่เก็บจากทุ่งบัวตอง จ. แม่ฮ่องสอนเป็นชนิดเดียวกับชนิด *S. chamlongi* ที่เก็บจากน้ำตกสิริภูมิ อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ เนื่องจากมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่คล้ายกันมากและมีรูปแบบของแบนด์โพลีทีนโครโมโซมเหมือนกัน นอกจากนี้ยังพบว่าชนิด *S. sp. nr. feuerborni1* ที่เก็บจากขุนวาง จังหวัดเชียงใหม่และ *S. sp. nr. feuerborni2* จากทุ่งบัวตอง จังหวัดแม่ฮ่องสอน เป็นชนิดเดียวกันเนื่องจากมีรูปแบบของการเกิดอินเวอร์ชันแบบ III-L-3complex และมี B-chromosome เหมือนกัน ดังนั้นการศึกษาเปรียบเทียบแบนด์โพลีทีนโครโมโซมจะช่วยให้การวินิจฉัยชนิดของแมลงรึ้นดำถูกต้องมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในด้านการศึกษาวิวัฒนาการของแมลงรึ้นดำ ทำให้ทราบว่าประชากรของแมลงที่เก็บมาจากแหล่งเพาะพันธุ์ต่างกันมีลักษณะพันธุกรรมต่างกันหรือไม่และมีแนวโน้มที่จะแบ่งแยกออกจากกันเป็นชนิดใหม่ในอนาคตหรือไม่

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาปรสิตหรือสิ่งมีชีวิตอื่นที่พบในตัวอ่อนแมลงรึ้นดำ โดยพบปรสิต 4 กลุ่ม ได้แก่ หนอนพยาธิตัวกลม microsporidia โปรโตซัวและเชื้อราในชั้น Chytridiomycetes ชนิด *Coelomycidium simulii* ซึ่งพบบริเวณส่วนท้องของตัวอ่อน ปรสิตเหล่านี้จะขัดขวางการเจริญเติบโตของตัวอ่อนน้ำลายรวมทั้งการเจริญเติบโตของตัวอ่อนซึ่งอาจจะทำให้ตัวอ่อนนั้นตายไปในที่สุด (McCreadie and Adler, 1999; Kim and Adler, 2005) นอกจากนี้ยังพบเชื้อราในชั้น Trichomycetes 5 ชนิด ได้แก่ ชนิด *Harpella melusinae* พบในทางเดินอาหารตอนกลาง ชนิด *Genistellospora homothallica*, *Pennella* spp., *Simuliomyces microsporus*, และ *Smittium* spp. พบเฉพาะทางเดินอาหารตอนปลายของตัวอ่อนชนิด *S. asakoe* และ *S. quinquestriatum* นอกจากนี้ยังพบโปรโตซัวในชั้น Ischyosporae ชนิด *Paramoebidium* spp. การพบเชื้อราชนิด *Harpella melusinae* และ *Simuliomyces microsporus* คล้ายคลึงกับการศึกษาอื่นที่รายงานมาแล้ว (Beard and Adler, 2002; Beard et. al., 2003; Nelder et. al., 2006) เชื้อราที่อาศัยในทางเดินอาหารของตัวอ่อนรึ้นดำเหล่านี้ จะไม่ทำอันตรายตัวอ่อนรึ้นดำเนื่องจากส่วนใหญ่มีการอาศัยร่วมกันแบบ commensalisms

เนื่องจากมีรายงานการพบรึ้นดำหลายชนิดที่ขบกัดคนและสัตว์เลี้ยง (กระบือ) บริเวณบ้านปางแพน อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่และบ้านสบหาด บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ เช่น *S. asakoe*, *S. nodosum*, *S. nigrogilvum*, *S. nakhonense* และมีรายงานการพบตัวอ่อนพยาธิ *Onchocerca* ที่ไม่ทราบชนิดในตัวเมียของรึ้นดำชนิด *S. nigrogilvum* และ *S. nodosum* ที่ดุดเลียดกระบือและคน (Fukuda et al., 2003; Takaoka et al., 2003) ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่ารึ้นดำเหล่านี้

เป็นพาหะนำโรคในธรรมชาติของพยาธิ *Onchocerca* ชนิดใดชนิดหนึ่งมาสู่คนและสัตว์เลี้ยง ใน การศึกษาอนุกรมวิธานและนิเวศวิทยาของแมลงริ้นดำในเขตภาคเหนือและภาคใต้ นอกจากจะทำให้ ทราบความหลากหลายและการแพร่กระจายของชนิดแมลงริ้นดำแล้วยังทำให้ทราบลักษณะของสภาวะ แวดล้อมรวมทั้งปัจจัยทางกายภาพของแหล่งเพาะพันธุ์ของริ้นดำแต่ละชนิด ซึ่งสามารถเป็นข้อมูล พื้นฐานที่เป็นประโยชน์ในการควบคุมจำนวนและการกระจายของแมลงริ้นดำเหล่านี้ เพื่อลดปัญหาการ ก่อให้เกิดความรำคาญรบกวนหรือบอบบาทที่จะก่อให้เกิดโรคในคนและสัตว์เลี้ยงในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- เจลีเยว กุวังคะดิลก ชัยณรงค์ บุญเข็มทอง และสุวรรณี พยุหเสนา. 2544a. ความหลากหลายและพันธุศาสตร์เชิงประชากรของสปีชีส์ของริ้นดำในประเทศไทย ใน: รายงานวิจัยโครงการ BRT 2544, วิสุทธิ์ ไบไม้ และรังสิมา คุ่มหอม (บรรณาธิการ) หน้า 286-311 จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT บริษัทจิรวัดน์เอ็กเพรส จำกัด กรุงเทพฯ
- เจลีเยว กุวังคะดิลก สุวรรณี พยุหเสนา ชัยณรงค์ บุญเข็มทอง และ วิสุทธิ์ ไบไม้. 2544b. การแพร่กระจาย สันฐานวิทยา และเซลล์พันธุศาสตร์ของตัวอ่อนริ้นดำในภาคใต้ของประเทศไทย ใน: พันธุศาสตร์ยุคปฏิวัติยีน สัมมนาวิชาการพันธุศาสตร์ ครั้งที่ 12 จัดพิมพ์โดย บริษัทเท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด กรุงเทพฯ หน้า 123-130.
- เจลีเยว กุวังคะดิลก. 2549. อนุกรมวิธานและพันธุศาสตร์เชิงประชากรของแมลงริ้นดำในประเทศไทย. รายงานความก้าวหน้าโครงการวิจัย 6 เดือน. รหัสโครงการ R_250003.(โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย).
- Adler, P.H., Currie, D.C. and Wood, D.M. 2004. *The black flies (Simuliidae) of North America*. Cornell University Press, Ithaca, New York.
- Adler, P.H. and Kim, K.C. 1984. Ecological characterization of two sibling species, IIL-1 and IS-7, in the *Simulium vittatum* complex (Diptera: Simuliidae). *Can. J. Zool.* 7:1308-1315.
- Allan, J. D. 1995. *Stream Ecology: Structure and function of running waters*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 388 pp.
- Beard, C. E. and Adler, P. H. 2002. Seasonality of trichomycetes in larval black flies from South Carolina, USA. *Mycologia*. 94: 200-209.
- Beard, C. E., McCreadie, J. W., and Adler, P. H. 2003. Prevalence of the trichomycetes fungus *Harpella melusinae* (Harpellales: Harpellaceae) in larval black flies (Diptera: Simuliidae) across a heterogeneous environment. *Mycologia*. 95: 577-583.
- Belbin, L. 1995. *Pattern analysis package*. Division of Wildlife and Ecology.CSIRO,Australia.
- Boakye, D.A., Post, R.J., Mosha, F.W., Surtees, D.P. and Baker, R.H.A. 1993. Cytotaxonomic revision of the *Simulium santipauli* subcomplex (Diptera: Simuliidae) in Guinea and the adjacent countries including descriptions of two new species. *Bulletin of Entomological Research*. 83: 171-186.
- Choochote, W., Takaoka, H., Fukuda, M., Otsuka, Y., Aoki, C. and Eshima, N. 2005. Seasonal abundance and daily flying activity of black flies (Diptera: Simuliidae) attracted to human baits in Doi Inthanon National Park, northern Thailand. *Med. Entomol.Zool.* 56: 335-348.

- Corkum, L.D. and Currie, D.C. 1987. Distributional patterns of immature Simuliidae (Diptera) in northwestern of North America. *Freshwater Biol.* 17: 201-221.
- Crosskey, R.W. 1973. Family Simuliidae. In M.D. Delfinado and D. E. Hardy (eds.). *A catalog of the Diptera of the Oriental region*, pp. 423-430. University of Hawaii Press, Honolulu.
- Crosskey, R.W. 1993. *Blackflies (Simuliidae)*. In: R.P. Lane and *Medical Insect and Arachnids*. Chapman and Hall, New York, USA. pp. 241-287.
- Crosskey, R.W. and Howard, T.M. 2004. A revised taxonomic and geographical inventory of world blackflies (Diptera: Simuliidae). The Natural History Museum, London.
- Datta, M. 1974. Some black flies (Diptera: Simuliidae) of the subgenus *Simulium* Latreille (s. str.) from the Darjeeling area (India). *Oriental Insects* 8: 15-27.
- Fukuda, M., Choochote, W., Bain, O., Aoki, C. and Takaoka, H. 2003. Natural infections with filarial larvae in two species of black flies (Diptera: Simuliidae) in northern Thailand. *Jpn. J. Trop. Med. Hyg.* 31: 99-102.
- Hamada, N. and McCreadie, J.W. 1999. Environmental factors associated with the distribution of *Simulium perflavum* (Diptera: Simuliidae) among streams in Brazilian Amazonia. *Hydrobiologia* 397: 71-78.
- Hamada, N., McCreadie, J. W. and Adler, P.H. 2002. Species richness and spatial distribution of blackflies (Diptera: Simuliidae) in streams of Central Amazonia, Brazil. *Freshwater Biol.* 47: 31-40.
- Kim, S.-K. and Adler, P. H. 2005. Multiple symbiotes in larval black flies (Diptera: Simuliidae): associations of trichomycete fungi with ichthyosporeans, mermithid nematodes, and microsporidia. *Journal of Invertebrate Pathology*. 88: 247-253.
- Kuvangkadilok, C., Boonkemtong, C. and Phayahasena, S. 1999a. Distribution of the larvae of chromosomes of six *Simulium* species (Diptera: Simuliidae) at Doi Inthanon national Park, northern Thailand. *Southeast Asian J. Med. Publ. Hlth.* 30: 328-337.
- Kuvangkadilok, C., Phayahasena, S. and Boonkemtong, C. 1999b. Larval polytene chromosomes of five *Simulium* species (Diptera: Simuliidae) from Doi Inthanon National Park, northern Thailand. *Cytologia* 64: 197-207.
- Kuvangkadilok, C., Phayahasena, S. and Baimai, V. 1999c. Population cytogenetic studies on *Simulium feuerborni* Edwards (Diptera: Simuliidae) from northern Thailand. *Genome* 42: 80-86.
- Kuvangkadilok, C. and Takaoka, H. 2000. Taxonomic notes on Simuliidae (Diptera) from Thailand : description of a new species and new species distributional records of nine known species. *Jpn. J. Trop. Med. Hyg.* 28: 167-175.

- Kuvangkadilok, C., Boonkemtong, C., Phayahasena, S. and Baimai, V. 2003. Larval polytene chromosomes of black flies (*Simulium*) of Thailand. I. Comparison among five species in the subgenus *Gomphostilbia* Enderlein. *Genetica*. 118: 69-81.
- McCreadie, J.W., Adler, P.H. and Colbo, M.H. 1995. Community structure of larval black flies (Diptera: Simuliidae) from the Avalon Peninsula Newfoundland. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 88: 51-57.
- McCreadie, J.W. and Adler, P.H. 1999. Parasites of larval black flies (Diptera: Simuliidae) and environmental factors associated with their distribution. *Invertebrate Biology*. 118: 310-318.
- Nelder, M. P., Beard, C. E., Adler, P. H., Kim, S.-K, and McCreadie, J. W. 2006. Harpellales (Zygomycota: Trichomycetes) associated with black flies (Diptera: Simuliidae): world review and synthesis of their ecology and taxonomy. *Fungal Diversity*. 22: 121-169.
- Peterson, B.V. 1984. Simuliidae. In R.W. Merritt and K.W. Cummins (eds.). *An introduction to the aquatic insects of North America*, pp. 534-550. Kenda/Hunt, Dubugue, Iowa.
- Pramual, P., Kuvangkadilok, C., Baimai, V., and Walton, C. 2005. Phylogeography of the black fly *Simulium tani* (Diptera:Simuliidae) from Thailand as inferred from mtDNA sequences. *Melecular Ecology*.14:3989-4001.
- Procunier, S.W. and Muro, A.I.S. 1993. Cytotaxonomy of the *Simulium damnosum* complex from central and northeastern Tanzania. *Genome*. 36: 112-130.
- Procunier, S.W. and Muro, A.I.S. 1994. A mid-arm interchange as a potential reproductive isolating mechanism in the medically important *Simulium neavei* group (Diptera: Simuliidae). *Genome*. 37: 957-969.
- Richards, F., Hopkins, D. and Cupp, E.D. 2000. Programatic goals and approaches to onchocerciasis. *The Lancet*. 335: 1663-1664.
- Rothfels, K.H. and Dunbar, R.W. 1953. The salivary gland chromosomes of the back fly *Simulium vittatum* Zett. *Can. J. Zool.* 31: 226-241.
- Rothfels, K.H. and Featherson, D.W. 1981. The population structure of *Simulium vittatum* (Zett): the IILL-1 and IS-7 sibling species. *Can. J. Zool.* 51: 1857-1883.
- Takaoka, H. 1977. Studies on black flies of the Namsei islands, Japan (Diptera: Simuliidae) III. In six species of the subgenus *Simulium latreille*. *Jpn. J. Sanit. Zool.* 28: 193-217.
- Takaoka, H. 1979. The black flies of Taiwan (Diptera: Simuliidae). *Proc. Insects*. 20: 365-403.
- Takaoka, H. 2001. *Simulium* (*Simulium*) *weji* sp. nov. (Diptera: Simuliidae) from Thailand. *Jpn. J. Trop. Med. Hyg.* 29: 349-354.

- Takaoka, H. and Adler, P.H. 1997. A new subgenus, *Simulium* (*Daviesellum*), and a new species *S. (D.) courtneyi*, (Diptera: Simuliidae) from Thailand and Peninsular Malaysia. *Jpn. J. Trop. Med. Hyg.* 25: 17-27.
- Takaoka, H. and Choochote, W. 2004a. A list of and keys to black flies (Diptera: Simuliidae) in Thailand. *Trop. Med. Health* 32: 189-197.
- Takaoka, H. and Choochote, W. 2004b. Taxonomic notes on the *Griseifrons* species-group of *Simulium* (*Simulium*) (Diptera: Simuliidae) in northern Thailand. *Trop. Med. Health* 32: 311-327.
- Takaoka, H. and Choochote, W. 2004c. Two new species of *Simulium* (*Simulium*) (Diptera: Simuliidae) from Thailand. *Trop. Med. Health* 32: 31-36.
- Takaoka, H. and Choochote, W. 2005a. A new species of *Simulium* (*Simulium*) from northern Thailand (Diptera: Simuliidae). *Trop. Med Health*. 33: 95-101.
- Takaoka, H. and Choochote, W. 2005b. Two new species of *Simulium* (*Nevermannia*) (Diptera: Simuliidae) from northern Thailand. *Trop. Med. Health* 33: 133-141.
- Takaoka, H. and Choochote, W. 2005c. Two new species of *Simulium* (*Montisimulium*) (Diptera: Simuliidae) from northern Thailand. *Med. Entomol. Zool* 56: 21-31.
- Takaoka, H. and Choochote, W. 2005d. A new subgenus and a new species of *Simulium* s.l. (Diptera: Simuliidae) from Thailand. *Med. Entomol. Zool.* 56: 33-41.
- Takaoka, H. and Choochote, W. 2005e. A new species of *Simulium* (*Simulium*) (Diptera: Simuliidae) from Thailand. *Med. Entomol. Zool.* 56: 43-47.
- Takaoka, H. and Choochote, W. 2005f. Two new species of *Simulium* (*Simulium*) (Diptera: Simuliidae) from northern Thailand. *Med. Entomol. Zool.* 56: 99-110.
- Takaoka, H. and Choochote, W. 2005g. Two new species of *Simulium* Latreille (Diptera: Simuliidae) from northwestern Thailand. *Med. Entomol. Zool.* 56:123-133.
- Takaoka, H. and Choochote, W. 2005h. Two new species of the *Griseifrons*-species-group of *Simulium* (*Simulium*) (Diptera: Simuliidae) in northern Thailand. *Med. Entomol. Zool.* 56: 219-235.
- Takaoka, H. and Choochote, W. 2005i. Two new species of *Simulium* (*Nevermannia*) (Diptera: Simuliidae) from northern Thailand. *Trop. Med Health*. 33: 133-141.
- Takaoka, H. and Choochote, W. 2005j. Discovery of two more new species of *Simulium* (*Montisimulium*) (Diptera: Simuliidae) in Doi Inthanon National Park, Chiang Mai. *Trop. Med Health*. 33: 209-215.
- Takaoka, H. and Choochote, W. 2006a. A new species of the subgenus *Simulium* (*Asiosimulium*) (Diptera: Simuliidae) from Thailand. *Med. Entomol. Zool.* 57: 45-48.

- Takaoka, H. and Choochote, W. 2006b. A new species of *Simulium* (*Nevermannia*) from northern Thailand (Diptera: Simuliidae). *Med. Entomol. Zool.* 57: 83-92.
- Takaoka, H. and Choochote, W. 2006c. A new species of the *griseifrons* species- group of *Simulium* (*Simulium*) (Diptera: Simuliidae) in northern Thailand. *Med. Entomol. Zool.* 57: 115-124.
- Takaoka, H. and Choochote, W. 2006d. A new species of *Simulium* (*Gomphostilbia*) (Diptera: Simuliidae) from northern Thailand. *Med. Entomol. Zool.* 57: 229-233.
- Takaoka, H. and Davies D.M. 1995. *The black flies (Diptera: Simuliidae) of West Malaysia*. Kyushu University Press, Fukuoka. 175 pp.
- Takaoka, H. and Kuvangkadilok, C. 1999. Four new species of black flies (Diptera: Simuliidae) from Thailand. *Jpn. J. Trop. Med. Hyg.* 27: 497-509.
- Takaoka, H. and Saito, K. 1996. A new species and new records of black flies (Diptera: Simuliidae) from Thailand. *Jpn. J. Trop. Med. Hyg.* 24: 163-169.
- Takaoka, H. and Suzuki, H. 1984. The blackflies (Diptera: Simuliidae) from Thailand. *Japanese Journal Sanitary Zoology.* 35: 7-45.
- Tangkawanit, U., Kuvangkadilok, C., Baimai, V., and Adler, P.H. 2007. Cytosystematics of the *Simulium tuberosum* group (Diptera: Simuliidae) in Thailand. *Zoological Journal of the Linnean Society.* (accepted).
- Wallace, J.B. and Merritt, R.W. 1980. Filter-Feeding Ecology of Aquatic Insects. *Annals Review of Entomology.* 25: 103-132.
- Zettler, J.A., Adler, P.H. and McCreadie, J.W. 1998. Factors influencing larval color in the *Simulium vittatum* complex (Diptera: Simuliidae). *Invertebrate Biology.* 117: 245-252.

Output ที่ได้จากการโครงการ

ผลงานวิจัยจากโครงการนี้ได้ตีพิมพ์และกำลังเตรียม manuscripts เพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติ รวมทั้งได้มีการเสนอผลงานในการประชุมวิชาการทั้งในและต่างประเทศ ดังนี้

ผลงานวิจัยที่ได้ตีพิมพ์และกำลังเตรียมตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติ

Sanae Jitklang and Chaliow Kuvangkadilok. (2007). **A new species of *Simulium* (*Gomphostilbia*) (Diptera: Simuliidae) from southern Thailand, with description of its polytene chromosomes.** Studia Dipterologica. (accepted).

Sanae Jitklang, Chaliow Kuvangkadilok, Visut Baimai, and Peter H. Adler. **Cytogenetics and morphotaxonomy of the *Simulium* (*Gomphostilbia*) *ceylonicum* species group (Diptera: Simuliidae) in Thailand.** (in manuscript).

Sanae Jitklang, Chaliow Kuvangkadilok, Visut Baimai, and Peter H. Adler. **Distribution and seasonal variation of black flies (Diptera: Simuliidae) in northern Thailand.** (in manuscript).

การเสนอผลงานในการประชุมวิชาการ

Sanae Jitklang, Chaliow Kuvangkadilok, Peter H. Adler, and Visut Baimai (2006). **Diversity and distribution of black flies (Diptera: Simuliidae) in northern Thailand in relation to environmental factors.** 52nd Annual Meeting of the South Carolina Entomological Society. 19-20 October 2006. Hickory Knob State Resort Park, South Carolina, USA.

Sanae Jitklang, Chaliow Kuvangkadilok, Peter H. Adler, and Visut Baimai (2005). **Species diversity, distribution and parasites of black fly larvae (Diptera: Simuliidae) in northern Thailand.** การประชุมวิชาการโครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษกครั้งที่ 6 โรงแรมจอมเทียนปาล์มบีช รีสอร์ท จังหวัดชลบุรี.

เสนอ จิตต์กลาง เณลิยว กุวังคะดิลก Peter H. Adler และ วิสุทธิ์ ไบไม้ (2548). ความหลากหลาย การกระจาย และปรสิตของตัวอ่อนแมลงริ้นดำ (Diptera: Simuliidae) ในเขตภาคเหนือของประเทศไทย. วันที่ 11-13 มีนาคม 2548. การประชุมวิชาการพันธุศาสตร์แห่งชาติครั้งที่ 14 โรงแรมมิราเคิลแกรนด์ กรุงเทพฯ

เสน่ห์ จิตต์กลาง เณลิยว กุวังคะติลก Peter H. Adler และ วิสุทธิ์ ไบไม้ (2548). ความหลากหลายและการกระจายของแมลงรืนดำ (Diptera: Simuliidae) ในเขตภาคเหนือของประเทศไทย. วันที่ 10-13 ตุลาคม 2548. การประชุมวิชาการประจำปีโครงการ พัฒนางค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT) ครั้งที่ 9 โรงแรมโซฟิเทล ราชาออคิต จังหวัดขอนแก่น

เสน่ห์ จิตต์กลาง เณลิยว กุวังคะติลก Peter H. Adler และ วิสุทธิ์ ไบไม้ (2547). ความหลากหลายและการกระจายของแมลงรืนดำ (Diptera: Simuliidae) ในเขตภาคเหนือของประเทศไทย. วันที่ 14-17 ตุลาคม 2547. การประชุมวิชาการประจำปีโครงการ พัฒนางค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT) ครั้งที่ 8 โรงแรมไดมอนด์พลาซ่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1

บทความสำหรับการเผยแพร่งานวิจัย

อนุกรมวิธานและนิเวศวิทยาของแมลงรืนดำ (Diptera: Simuliidae) ในเขตภาคเหนือและภาคใต้ของประเทศไทย

ในประเทศไทยได้มีการศึกษาอนุกรมวิธานของแมลงรืนดำและการพบแมลงรืนดำชนิดใหม่เพิ่มสูงขึ้นจากอดีต ปัจจุบันมีรายงานการพบแมลงรืนดำและตั้งชื่อวิทยาศาสตร์แล้วประมาณ 72 ชนิด ซึ่งเป็นชนิดใหม่ของโลก 34 ชนิด แมลงรืนดำเหล่านี้จัดจำแนกอยู่ใน 6 สกุลย่อย (subgenus) ได้แก่ สกุลย่อย *Asiosimulium* (2 ชนิด) *Davisellum* (2 ชนิด) *Gomphostilbia* (17 ชนิด) *Montisimulium* (4 ชนิด) *Nevermannia* (6 ชนิด) *Simulium* (41 ชนิด) แมลงรืนดำเหล่านี้แพร่กระจายอยู่ในภูมิภาคต่างๆ ของประเทศโดยเฉพาะภาคเหนือและภาคใต้ อย่างไรก็ตามได้มีการรายงานการศึกษานิเวศวิทยาของแมลงรืนดำในประเทศไทยน้อยมาก มีเพียงรายงานการศึกษานิเวศวิทยาบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าปัจจัยทางกายภาพบางปัจจัยมีผลต่อการกระจายตัวของแมลงรืนดำ ในบริเวณนี้ ตัวอย่างเช่น อุณหภูมิและความสูงเหนือระดับน้ำทะเล เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศโดยส่วนใหญ่ของภาคเหนือและภาคใต้ประกอบด้วยแนวเทือกเขาสูงชันจากเหนือลงมาได้ ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำและแหล่งน้ำไหลธรรมชาติหลายแห่ง จึงเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับแมลงรืนดำซึ่งมีระยะไข่ ตัวอ่อนและตัวดักแด้อาศัยอยู่ในระบบนิเวศน้ำไหล ตัวอ่อนของแมลงรืนดำสามารถปรับตัวได้ดีกับระบบนิเวศแหล่งน้ำไหล ดังนั้นจึงเป็นแมลงที่พบหนาแน่นมากกว่าแมลงน้ำกลุ่มอื่นๆ นอกจากนี้ตัวเต็มวัยเพศเมียมีบทบาทสำคัญและก่อให้เกิดปัญหาทางการแพทย์และเศรษฐกิจในหลายประเทศ ในประเทศไทยมีรายงานการถูกแมลงรืนดำกัดและก่อให้เกิดความรำคาญแก่บุคคลในท้องถิ่นรวมทั้งนักท่องเที่ยว และทำให้เกิดอาการไข้ที่เรียกว่า ไข้รืนดำ นอกจากนี้ยังมีรายงานการพบตัวอ่อนพยาธิชนิด *Onchocerca* sp. ในตัวเต็มวัยเพศเมียของรืนดำบางชนิดที่ดูดเลือดคนและกระบือในบางท้องที่บริเวณภาคเหนือ จึงเป็นไปได้ว่าแมลงรืนดำบางชนิดอาจเป็นพาหะนำพยาธิที่สามารถทำให้เกิดโรคในคนและสัตว์เลี้ยงได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาอนุกรมวิธานและนิเวศวิทยาของแมลงรืนดำในเขตภาคเหนือและภาคใต้ของประเทศไทย งานวิจัยนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างและศึกษานิเวศวิทยาของแหล่งน้ำไหลธรรมชาติจำนวน 65 แห่ง ในบริเวณ 10 จังหวัดภาคเหนือ โดยทำการศึกษากาสนามเป็นระยะเวลา 1 ปีจำนวน 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูฝน จำนวน 61 แห่ง ฤดูหนาว จำนวน 58 แห่ง และฤดูร้อน จำนวน 39 แห่ง และแหล่งน้ำไหลธรรมชาติจำนวน 18 แห่ง ในบริเวณ 9 จังหวัดภาคใต้ จากการระบุชนิด พบแมลงรืนดำทั้งหมดในภาคเหนือ 27 ชนิด และในฤดูหนาวจะมีความหลากหลายของชนิดสูงกว่าฤดูอื่น แมลงรืนดำที่พบทั้งสามฤดูมีจำนวน 22 ชนิด แต่ละชนิดมีความแปรผันของจำนวนตัวที่พบสามารถระบุชนิดที่เด่นในแต่ละฤดู ดังนี้ ชนิด *S. burtoni*, *S. feuerborni* 2 และ *S. siamense* เป็นชนิดที่เด่นในฤดูฝน ชนิด *S. chamlongi*, *S. fenestratum*, *S. nigrogilvum*, และ *S. quinquestratum* เป็นชนิดที่เด่นในฤดูหนาว และชนิดที่เด่นในฤดูร้อน คือ *S. asakoe*, *S. aureohirtum*, *S. parahiyangum* และ *S. siripoomense* นอกจากนี้ยังพบความแปรผันตามฤดูกาลของแมลงรืนดำบาง

ชนิดที่มีความแตกต่างอย่างชัดเจนในแหล่งน้ำไหลบางแห่งที่ทำการศึกษา เช่น โป่งน้ำร้อนและบ้านทุ่งยาว จังหวัดเชียงราย บ้านปางแปกและวนอุทยานทุ่งบัวตอง จังหวัดแม่ฮ่องสอน และน้ำตกหมอกฟ้า จังหวัดเชียงใหม่ สำหรับภาคใต้พบแมลงรืนดำทั้งหมด 18 ชนิด แมลงรืนดำที่พบทั้งสองภูมิภาคมีจำนวน 12 ชนิด ซึ่งพบว่า *S. tani* มีการแพร่กระจายสูงทั้งในสองภูมิภาคของประเทศ ชนิดที่พบเฉพาะในภาคเหนือ ได้แก่ *S. chaliowae*, *S. chamlongi*, *S. chiangmaiense*, *S. chumpornense*, *S. feuerborni* 1, *S. feuerborni* 2, *S. inthanonense*, *S. nigrogilvum*, *S. quinquestriatum*, *S. rudnicki*, *S. sp. nr. rufibasis*, *S. siamense*, *S. siripoomense*, และ *S. weji* ชนิดที่พบเฉพาะในภาคใต้ ได้แก่ *S. adleri*, *S. angulistylum*, *S. duolongum*, *S. grossifilum*, และ *S. nobile* ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลกายภาพและชีวภาพ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์และปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายของแมลงรืนดำ พบว่าบางปัจจัยมีผลต่อการกระจายของแมลงรืนดำในแต่ละภูมิภาค ได้แก่ ขนาดของแหล่งน้ำ (ความกว้างและความลึก) อัตราความเร็วน้ำ ค่าการนำไฟฟ้า ค่าความเค็มของน้ำ อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศ อัตราการปกคลุมเรือนยอด ลักษณะแหล่งที่อยู่อาศัยย่อย และความสูงเหนือระดับน้ำทะเล โดยพบว่าแมลงรืนดำที่อยู่ในสกุลย่อย *Gomphostilbia* และ *Nevermannia* เช่น *S. adleri*, *S. asakoe*, *S. aureohirtum*, *S. burtoni*, *S. parahiayangum*, *S. sheilae* และ *S. siamense* ชอบอาศัยในแหล่งน้ำที่มีความกว้างและความลึกน้อย อัตราความเร็วน้ำต่ำ และอยู่ในแหล่งที่มีระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเลต่ำ ยกเว้น *S. asakoe* ที่มีการกระจายในหลายระดับความสูง แมลงรืนดำที่อยู่ในกลุ่ม *Striatum* group ในสกุลย่อย *Simulium* ได้แก่ *S. chiangmaiense*, *S. nakhonense*, และ *S. quinquestriatum* มักพบอาศัยในแหล่งน้ำเดียวกัน มีการกระจายกว้างมาก (เฉพาะ *S. nakhonense* และ *S. quinquestriatum*) และพบในแหล่งน้ำที่มีความกว้างและความลึกมาก อัตราความเร็วน้ำสูง อุณหภูมิน้ำและอุณหภูมิอากาศสูง และอยู่ในแหล่งที่มีระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเลค่อนข้างต่ำ กลุ่ม *Nobile* group ซึ่งประกอบด้วย 2 ชนิด ได้แก่ *S. nodosum* และ *S. nobile* พบว่าชนิด *S. nodosum* แพร่กระจายเฉพาะภาคเหนือ แต่ *S. nobile* พบเฉพาะภาคใต้ กลุ่ม *Tuberosum* group เช่น *S. tani* มีการกระจายที่กว้าง มักพบในแหล่งน้ำที่ประกอบด้วยก้อนหินขนาดใหญ่ แต่มักเกาะอาศัยกับพืชที่ไหลลู่ไปตามน้ำ พบในแหล่งน้ำที่มีความกว้างมาก อัตราความเร็วน้ำสูง และมีอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิน้ำต่ำ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งน้ำที่มีอัตราการปกคลุมเรือนยอดค่อนข้างสูง นอกจากนี้ผู้วิจัยยังทำการศึกษาในเวศวิทยาในเชิงความสัมพันธ์ระหว่างตัวอ่อนแมลงรืนดำกับสิ่งมีชีวิตอื่นในเชิงปรสิตหรือความสัมพันธ์แบบอื่นเบื้องต้น พบปรสิต 4 กลุ่มที่อาศัยในบริเวณส่วนท้องของตัวอ่อน ได้แก่ หนอนพยาธิตัวกลม microsporidia โปรโตซัวในชั้น Ishtyosporos ที่อาศัยบริเวณตอนปลายของทางเดินอาหารของตัวอ่อน และเชื้อราชนิด *Coelomycidium simulii* และเชื้อราในชั้น Trichomycetes ที่อาศัยบริเวณทางเดินอาหารตอนกลางและตอนปลายของตัวอ่อน

ผลจากงานวิจัยนี้สามารถทำให้ทราบชนิดและการแพร่กระจายของแมลงรืนดำในบริเวณภาคเหนือและภาคใต้ และทราบนิเวศวิทยาของแหล่งเพาะพันธุ์ของรืนดำแต่ละชนิด ดังนั้นจึงเป็นข้อมูลพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ในอนาคตที่จะสามารถควบคุมจำนวนและการแพร่กระจายของแมลงรืนดำเหล่านี้โดยเฉพาะชนิด *S. asakoe*, *S. rufibasis*, *S. nigrogilvum*, และ *S. nodosum* เพื่อลดปัญหา

การก่อให้เกิดความรำคาญ รบกวนและกีดคนและสัตว์เลี้ยงหรือบทบาทที่จะก่อให้เกิดโรคในคนและ
สัตว์ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

ภาคผนวก 2

Manuscript ที่ได้ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติ

A new species of *Simulium* (*Gomphostilbia*) (Diptera: Simuliidae) from southern Thailand, with description of its polytene chromosomes

By

Sanae JITKLANG and Chaliow KUVANGKADILOK

Bangkok (Thailand)

Abstract. *Simulium* (*Gomphostilbia*) *adleri* spec. nov. is described based on the male, pupa, larva, and larval silk-gland chromosomes from Bang Thao Mae waterfall, Krabi Province, in southern Thailand. This species is assigned to the *batoense* species-group on the basis of the slender, parallel-sided hind basitarsus of the male. The larva is the most distinctive of the life stages, and is distinguished from those of other species in the *batoense* species-group by a postgenal cleft extended less than half the distance to the hypostomal groove and by a dark gray-banded abdomen interrupted on abdominal segment VI by a lack of pigment. The larval silk-gland chromosomes have a haploid number of 3, the nucleolar organizer in chromosome arm IS near the centromere, and undifferentiated sex chromosomes.

Key words: black fly, *Simulium*, Simuliidae, new species, *batoense* species-group, Thailand

Introduction

The 69 known species of black flies in Thailand are assigned to 6 subgenera (*Asiosimulium* TAKAOKA & CHOOCHOTE, *Daviesellum* TAKAOKA & ADLER, *Gomphostilbia* ENDERLEIN, *Montisimulium* RUBTSOV, *Nevermannia* ENDERLEIN, and *Simulium* LATREILLE) (TAKAOKA & CHOOCHOTE 2004a, b, 2005a-j, 2006a-d).

Gomphostilbia is the second largest subgenus in Thailand, consisting of 15 species in three species-groups, i.e., the *batoense*, *ceylonicum*, and *varicorne* species-groups. The *batoense* species-group in Thailand is represented by nine species. Worldwide, the subgenus *Gomphostilbia* comprises nearly 160 species, with about 76 of these in the *batoense* species-group (TAKAOKA 2003; CROSSKEY & HOWARD 2004).

During recent investigations of the simuliid fauna in southern Thailand, we discovered a new species in the subgenus *Gomphostilbia* ENDERLEIN. We describe this new species based on pharate males, pupae, larvae, and the banding patterns of the polytene chromosomes from the larval silk glands.

Materials and methods

All larvae were fixed in Carnoy's solution (1 part glacial acetic acid: 3 parts absolute ethanol), and two pharate males were fixed in 80% ethanol. Morphological characters of this species were compared with the descriptions of black flies from West Malaysia and Thailand (TAKAOKA & DAVIES 1995; TAKAOKA & CHOOCHOTE 2006d). One pharate male was dissected from the pupal exuviae, and the head and genitalia were cleared with 85% lactic acid and placed in glycerine to illustrate and photograph diagnostic morphological characters. The gill histoblast, hypostoma, postgenal cleft, and mandible of the mature larva were placed in a drop of 50% acetic acid on a microscope slide; a coverslip was applied and the parts were photographed. Morphological terminology follows that of TAKAOKA & DAVIES (1995).

The silk-gland chromosomes of four larvae were stained with the Feulgen method, according to the procedures of ROTHFELS & DUNBAR (1953). Chromosomal terminology follows that of ADLER et al. (2004).

The holotype and paratypes of the new species are deposited in the Department of Biology, Faculty of Science, Mahidol University, Bangkok, Thailand.

***Simulium (Gomphostilbia) adleri* spec. nov.**

(Figs 1, 2, 3)

Description

Female. Unknown.

Male (dissected out of pupa). Thorax length 1.0 mm. **Head** 1.2x wider than thorax. Upper eye consisting of 9 or 10 vertical columns and 9 or 10 horizontal rows of large facets. Antenna composed of scape and pedicel plus 9 flagellomeres (11 total articles) (Fig. 1A). Maxillary palp composed of 5 segments; proportional lengths of 3rd, 4th, and 5th segments 1.0: 1.0: 2.3; sensory vesicle (Fig. 1B) subspherical, ca. one-quarter as long as 3rd segment, with opening located centrally. **Thorax** Scutum covered with pale recumbent pile. Postscutellum bare. Pleural membrane bare. Katepisternum with hairs. **Legs** (Fig. 1C). Fore basitarsus ca. 6.8x as long as greatest width. Hind basitarsus slender, with sides subparallel. Calcipala and pedisulcus well developed. **Wing** Costa with spinules as well as hairs; basal portion of radius fully haired. **Abdomen** dark brown. **Genitalia** (Fig. 1D-I) Coxite 1.3x as long as wide. Style slender, shorter than coxite, gradually tapered toward apex, with apical spine. Ventral plate in ventral view with body ca. 2.0x wider than long; anterior margin highly convex, posterior margin rather straight, and posterolateral angles broadly rounded; arms slender, parallel-sided, though slightly convergent anteriorly. Paramere with 1 large anterolaterally directed hook and 5 long and several smaller anteriorly directed hooks. Median sclerite an elongate strip, rounded apically.

Pupa. Body length (excluding gill filaments) 3.5 mm. **Head and thorax** Integument pale yellowish brown, without microtubercles. Head with 4 pairs of trichomes, all long and simple. Thoracic trichomes in 6 pairs (3 anterodorsally and 3 anterolaterally), anterodorsal trichomes simple, long, coiled apically. Antennal sheath smooth. **Gill** (Fig. 1J-K) with 8 filaments arranged as (1 + 2) + (1 + 2) + 2 from dorsal to ventral; dorsal and middle triplets each arising near base, on short stalk each as long as wide; ventralmost filament ca. 2.0x longer and 2.5x thicker than all other filaments which are subequal in length and thickness; all filaments directed forward, with numerous transverse furrows. **Abdomen** Tergum I with single long seta on each side, tergum II with 6 simple setae on each side, 1 seta longer than others. Terga III and IV each with 4 hooked spines directed forward on each side. Terga VI-VIII each with transverse row of spine-combs directed caudad on each side. Tergum IX bearing pair of triangular, rounded terminal hooks with outer margin smooth. Sternum IV with 1 simple hook and few minute setae on each side; sternum V with pair of bifid hooks on each side; sterna VI and VII each with pair of inner bifid and outer simple hooks on each side; last segment with 2 grapnel-like hooklets. **Cocoon** Simple, wall-pocket shaped, densely woven.

Mature larva (in Carnoy's fixative) (Fig. 2A). Body length 5.4 mm. Thorax grayish purple; abdominal segments I-V each with grayish transverse band, remainder of abdomen dark gray with wide, colorless, transverse band on segment VI, and end of abdomen pale brownish orange. Head capsule brownish, slightly darkened along posterior margin, with diffuse brown head spots. Antenna consisting of 3 segments plus apical sensillum, longer than stem of labral fan by half of distal segment; proportional lengths of 3 segments from proximal to distal 1.0: 0.9: 1.1; base of antenna brown, remainder pale yellowish, almost colorless. Labral fan with 34-36 primary rays. Mandible (Fig. 2B) with comb-teeth decreasing in length from 1st to 3rd; mandibular sensilla consisting of 1 large

and 1 small tooth. Hypostoma (Fig. 2C) with median tooth longest, followed in length by corner teeth; hypostomal bristles 4 or 5 in number on each side. Postgenal cleft (Fig. 2D) less than half as long as postgenal bridge, with lateral margins subparallel and anterior margin straight to slightly rounded, spots on each side of postgenal cleft indistinctly negative. Thoracic and abdominal cuticle with sparse, unbranched, colorless setae, and with colorless setae on each side of anal sclerite. Ventral papillae short, conical, rounded apically. Rectal papilla compound, of 3 lobes, each lobe with 6 finger-like secondary lobules. Anal sclerite X-shaped, with anterior arm ca. 1.2x as long as posterior arm. Accessory sclerite absent. Posterior circlet with about 70 rows of 11-13 hooklets per row.

Larval silk-gland chromosomes (Fig. 3) (3 male and 1 female larvae examined). Haploid number = 3. Homologues tightly paired. Chromocenter absent. Chromosome I metacentric; II and III submetacentric. Centromere region of chromosomes I and II, but not III, slightly expanded. IS with nucleolar organizer basal. IIS with trapezoidal marker basal, followed by double bubble; ring of Balbiani subterminal. IIL with symmetrical marker subbasal, followed by DNA puff; parabalbiani approximately in middle of IIL. IIS with blister subterminal. Sex chromosomes undifferentiated. Autosomal polymorphisms absent.

Type specimens. Holotype: Male (pharate) within pupal skin and cocoon (in ethanol vial). THAILAND, Krabi Province, Bang Thao Mae waterfall, E98°43' N8°35', 13.XII.2007., collected by Kowit Meeyen and Ubon Tangkawanit. Paratypes: 1 male (pharate) dissected from pupal skin and cocoon (in glycerin vial), 1 mature and 23 immature larvae (transferred from Carnoy's fixative to 80% ethanol), same data as for holotype.

Bionomics. The larvae and pupae of *Simulium (Gomphostilbia) adleri* spec. nov. were attached to slender, trailing roots hanging vertically on bedrock in a warm

(23.9 °C), shaded, slow-flowing stream in a sparsely forested area (altitude 120 m). This species was collected with *S. (G.) gombakense* TAKAOKA & DAVIES, 1995 and *S. (G.) sheilae* TAKAOKA & DAVIES, 1995.

Etymology. The species name *adleri* is in honor of Prof. Peter H. Adler, Department of Entomology, Soils & Plant Sciences, Clemson University, USA, who is an expert on systematics and ecology of black flies; the first author, SJ, also thanks him for his advice and encouragement.

Distribution. Thailand (Krabi Province).

Remarks. *Simulium (Gomphostilbia) adleri* spec. nov. is assigned to the *batoense* species-group on the basis of a slender, parallel-sided hind basitarsus in the male. The male can be distinguished from those of other members of the subgenus *Gomphostilbia* by the broad ventral plate and the large anterolaterally directed hook and five long and several smaller parameral hooks. The arrangement of the pupal gill filaments is similar to that of *S. (G.) cheongi* TAKAOKA & DAVIES, 1995 and *S. (G.) whartoni* TAKAOKA & DAVIES, 1995. In these three species, the gill is composed of eight filaments, one of which is longer and thicker than the other seven filaments, all of which are subequal in length and thickness. However, in *S. (G.) adleri* spec. nov., the gill filaments are widely divergent, whereas in *S. (G.) cheongi* and *S. (G.) whartoni* they are in the same horizontal plane. The larva of this new species is distinguished from those of all other known species of *Gomphostilbia* by the postgenal cleft, which is shorter than the postgenal bridge; the dark gray transverse bands on the abdomen that are interrupted on segment VI by lack of pigment; and the unbranched, colorless setae on the abdomen. Like other known members of *Gomphostilbia* in Thailand (PHASUK et al. 2005), the polytene chromosomes are tightly paired and the nucleolar organizer is in chromosome arm IS near the centromere.

However, the position of the ring of Balbiani relative to the bulge is similar only to that of *S. (G.) angulistylum* TAKAOKA & DAVIES, 1995.

Acknowledgements

This work was supported financially by the Thailand Research Fund (PHD/0034/2545 and BGJ4680020) and the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT R_250003. We thank Prof. Peter H. Adler (Clemson University, USA) for his advice on the morphological studies. We extend special thanks to Kowit Meeyen and Ubon Tangkawanit who helped collect the material.

Literature

ADLER, P. H.; CURRIE, D. C. & WOOD, D. M. (2004): The Black Flies (Simuliidae) of North America. Cornell University Press, USA.

CROSSKEY, R. W. & HOWARD, T. (2004): A revised taxonomic and geographical inventory of world blackflies (Diptera: Simuliidae).
<http://www.nhm.ac.uk/entomology/projects/blackflies/index.html> [accessed 12 February 2007].

PHASUK, J.; CHANPAISAENG, J.; ADLER, P. H. & COURTNEY, G. W. (2005): Chromosomal and morphological taxonomy of larvae of *Simulium* (*Gomphostilbia*) (Diptera: Simuliidae) in Thailand. - Zootaxa **1052**: 49-60; Auckland.

ROTHFELS, K. & DUNBAR, R. W. (1953): The salivary gland chromosomes of the black fly *Simulium vittatum* Zett. - Canadian Journal of Zoology **31**: 226-241; Ottawa.

TAKAOKA, H. (2003): The Black Flies (Diptera: Simuliidae) of Sulawesi, Maluku and Irian Jaya. Kyushu University Press, Fukuoka, Japan.

- TAKAOKA, H. & CHOOCHOTE, W. (2004a): A list of and keys to black flies (Diptera: Simuliidae) in Thailand. - Tropical Medicine and Health **32**: 189-197; Nagasaki.
- TAKAOKA, H. & CHOOCHOTE, W. (2004b): Two new species of *Simulium* (*Simulium*) (Diptera: Simuliidae) from Thailand. - Tropical Medicine and Health **32**: 31-36; Nagasaki.
- TAKAOKA, H. & CHOOCHOTE, W. (2005a): Two new species of *Simulium* (*Montisimulium* (Diptera : Simuliidae) from northern Thailand. - Medical Entomology and Zoology **56**: 21-31; Oita.
- TAKAOKA, H. & CHOOCHOTE, W. (2005b): A new subgenus and a new species of *Simulium* s. l. (Diptera: Simuliidae) from Thailand. - Medical Entomology and Zoology **56**: 33-41; Oita.
- TAKAOKA, H. & CHOOCHOTE, W. (2005c): A new species of *Simulium* (*Simulium*) (Diptera: Simuliidae) from Thailand. - Medical Entomology and Zoology **56**: 43-47; Oita.
- TAKAOKA, H. & CHOOCHOTE, W. (2005d): Two new species of *Simulium* (*Simulium*) (Diptera: Simuliidae) from northern Thailand. - Medical Entomology and Zoology **56**: 99-110; Oita.
- TAKAOKA, H. & CHOOCHOTE, W. (2005e): Two new species of *Simulium* Latreille (Diptera: Simuliidae) from northwestern Thailand. - Medical Entomology and Zoology **56**: 123-133; Oita.
- TAKAOKA, H. & CHOOCHOTE, W. (2005f): Two new species of *griseifrons* species-group of *Simulium* (*Simulium*) (Diptera: Simuliidae) in northern Thailand. - Medical Entomology and Zoology **56**: 219-235; Oita.
- TAKAOKA, H. & CHOOCHOTE, W. (2005g): Two new species of black flies (Diptera Smuliidae) from Thailand. - Medical Entomology and Zoology **56**: 319-334; Oita.

- TAKAOKA, H. & CHOOCHOTE, W. (2005h): A new species of *Simulium* (*Simulium*) from northern Thailand (Diptera: Simuliidae). - Tropical Medicine and Health **33**: 95-101; Nagasaki.
- TAKAOKA, H. & CHOOCHOTE, W. (2005i): Two new species of *Simulium* (*Nevermannia*) (Diptera: Simuliidae) from northern Thailand. - Tropical Medicine and Health **33**: 133-141; Nagasaki.
- TAKAOKA, H. & CHOOCHOTE, W. (2005j): Discovery of two more new species of *Simulium* (*Montisimulium*) (Diptera: Simuliidae) in Doi Inthanon National Park, Chiang Mai. - Tropical Medicine and Health **33**: 209-215; Nagasaki.
- TAKAOKA, H. & CHOOCHOTE, W. (2006a): A new species of the subgenus *Simulium* (*Asiosimulium*) (Diptera: Simuliidae) from Thailand. - Medical Entomology and Zoology **57**: 45-48; Oita.
- TAKAOKA, H. & CHOOCHOTE, W. (2006b): A new species of *Simulium* (*Nevermannia*) from northern Thailand (Diptera: Simuliidae). - Medical Entomology and Zoology **57**: 83-92; Oita.
- TAKAOKA, H. & CHOOCHOTE, W. (2006c): A new species of the *griseifrons* species-group of *Simulium* (*Simulium*) (Diptera: Simuliidae) in northern Thailand. - Medical Entomology and Zoology **57**: 115-124; Oita.
- TAKAOKA, H. & CHOOCHOTE, W. (2006d): A new species of *Simulium* (*Gomphostilbia*) (Diptera: Simuliidae) from northern Thailand. - Medical Entomology and Zoology **57**: 229-233; Oita.
- TAKAOKA, H. & DAVIES, D. M. (1995). The Black Flies (Diptera: Simuliidae) of West Malaysia. Kyushu University Press, Fukuoka. 175 pp.

Authors' address

Department of Biology, Faculty of Science, Mahidol University, Rama VI Road, Bangkok
10400, Thailand

Figure Legends

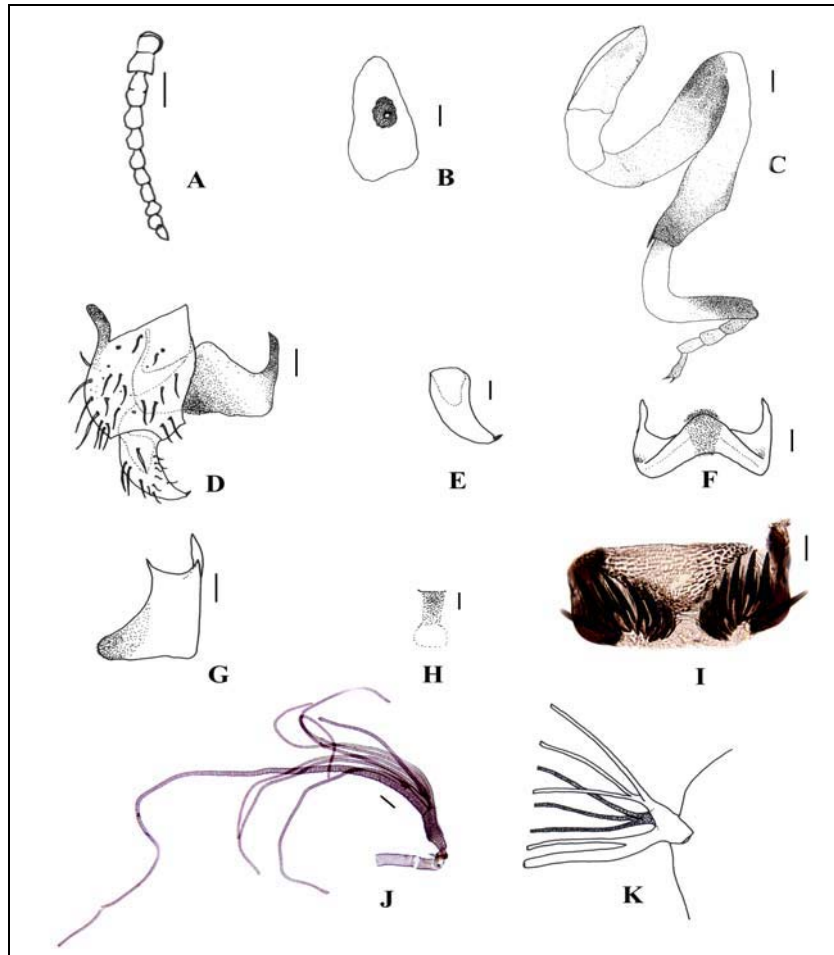


Figure 1. *Simulium (Gomphostilbia) adleri* spec. nov. **A-I:** male and **J, K:** pupa.

- **A:** antenna (right side); - **B:** 3rd segment of maxillary palp with sensory vesicle (right side, front view); - **C:** hind leg (left side, outer view); - **D:** coxite, style, and ventral plate (ventral view); - **E:** style (right side, ventrolateral view); - **F:** ventral plate (end view); - **G:** ventral plate (lateral view); - **H:** median sclerite (posterolateral view); - **I:** parameres and hooks (end view); - **J:** gill filaments (left side, lateral view); - **K:** gill base (left side, lateral view, showing arrangement of filaments). Scale bars = 0.05 mm for A and J; 0.01 mm for B, E, and I; 0.1 mm for C, 0.02 mm for D, F, G, and H.

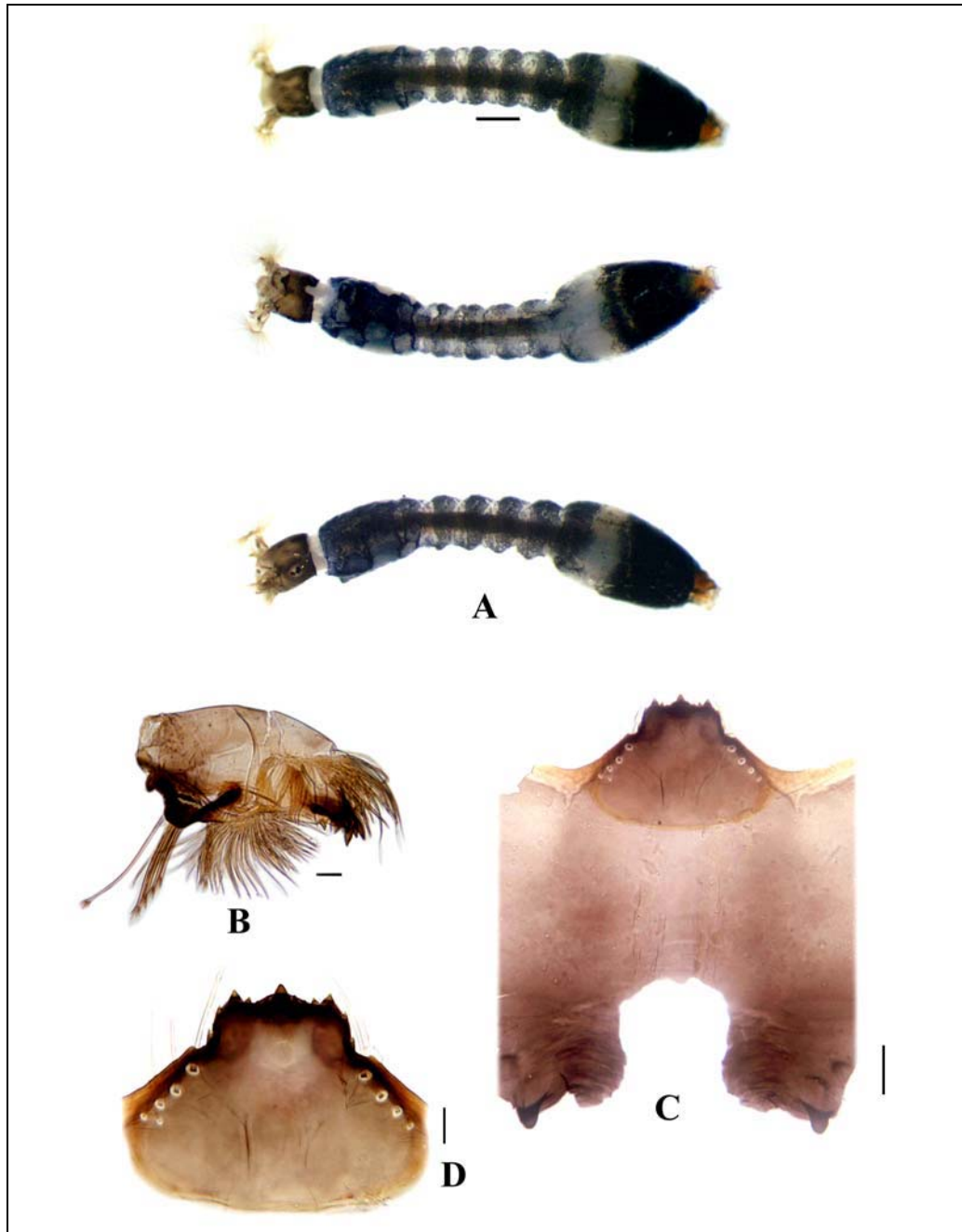


Figure 2. Larva of *Simulium* (*Gomphostilbia*) *adleri* spec. nov. – **A:** Larva (dorsal view, ventral view, and lateral view); – **B:** mandible; – **C:** postgenal cleft (ventral view); – **D:** hypostoma (ventral view). Scale bars = 0.5 mm for A; 0.01 mm for B; 0.05 mm for C, and D.

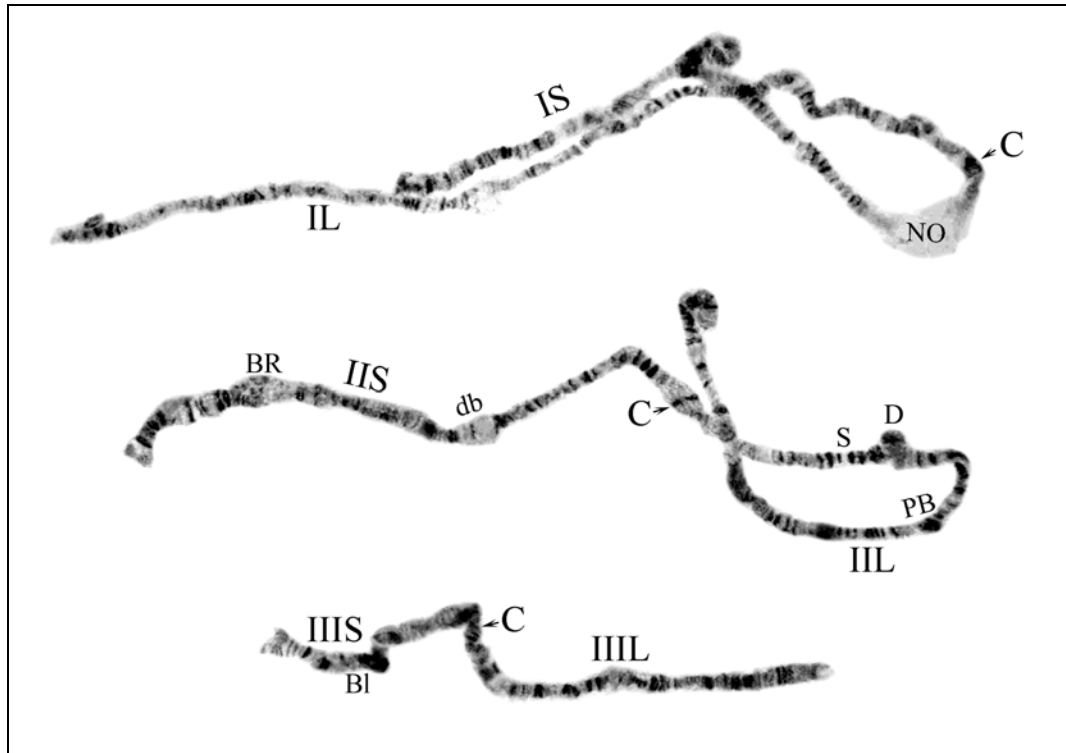


Figure 3. Total chromosomal complement from larval silk glands of *Simulium* (*Gomphostilbia*) *adleri* spec. nov. (male larva from Thailand, Krabi Province, Bang Thao Mae waterfall, 13.XII.2007), showing major landmarks. Chromosome arms are labeled IS, IL, IIS, IIL, IIIS, and IIIL. **BI** = blister, **BR** = ring of Balbiani, **C** = centromere, **D** = DNA puff, **db** = double bubble, **NO** = nucleolar organizer, **S** = symmetrical group, and **PB** = parabalbiani.