บทที่ 5
อภิปรายผลการทดลอง

สารสกัดสาหร่ายไกที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ทำการสกัดโดยหมักในแอลกอฮอล์ 95 % เป็นเวลา 7 วัน แทนการสกัดด้วยน้ำเนื่องจากเมื่อทำการต้มสาหร่ายในน้ำผลปรากฏว่าสาหร่ายจะเกิดการอุ้มน้ำทำให้การแยกน้ำออกมาจากกากสาหร่ายไม่ค่อยได้ผล อีกทั้งยังพบว่าน้ำสกัดที่แยกออกมาเกิดการจับตัวเป็นวุ้น เมื่อนำไประเหยแห้งจึงเกิดปัญหาไม่สามารถระเหยน้ำออกมาได้หมด เมื่อนำไปผสมกับ maltodextrin ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการดูดน้ำและสามารถจับตัวกับสารสกัดที่เป็นของเหลวให้กลายเป็นก้อนแต่กลับได้สารที่เป็นของเหลวเช่นเดิม การทำให้สารสกัดกลายเป็นผงจึงไม่สำเร็จ ดังนั้นในการทดลองจึงใช้แอลกอฮอล์ 95 % หมักแทนการสกัดด้วยน้ำ ซึ่งพบว่าสาหร่ายไม่เกิดการอุ้มแอลกอฮอล์ ไม่เกิดการจับตัวเป็นวุ้นและการนำไประเหยแห้งสามารถทำได้อย่างรวดเร็วทำให้ได้สารสกัดที่เป็นผงตามต้องการ นอกจากนี้สิ่งที่ได้จากผลการทดลองคือทำให้เราทราบว่าการใช้ maltodextrin เป็นส่วนผสมในสารสกัดที่ป้อนให้แก่หนูทดลองไม่ได้ส่งผลให้เกิดความผิดปกติแก่หนูทดลองแต่อย่างใด

การให้สารสกัดสาหร่ายไกในปริมาณสูงเพียงครั้งเดียว

ปริมาณสารสกัดสาหร่ายไกที่มากที่สุดที่สามารถป้อนให้แก่หนูในการทดลองนี้คือ 25 กรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ซึ่งเป็นปริมาณถึง 50 เท่าของปริมาณที่คนหนัก 60 กิโลกรัมทานต่อวัน จึงเป็นปริมาณที่สูงมากสำหรับการทดสอบความเป็นพิษแบบเฉียบพลัน โดย OECD (1978) ได้กล่าวว่ามีการแยกประเภทของสารพิษชนิดต่างๆจากการได้รับทางปาก โดยใช้ค่า LD_{50} เป็นตัวกำหนดคือ ถ้าปริมาณของสารทดสอบสูงกว่า 5 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมก่อให้เกิดการตายในสัตว์ทดลองถือว่าสารนั้นเป็นสารมีพิษ และในการทดลองได้ทำการป้อนสารสกัดสาหร่ายไกแก่หนูเพียงครั้งเดียวจากนั้นจึงทำการนับจำนวนตัวที่ตาย สังเกตพฤติกรรมและความผิดปกติต่างๆที่อาจเกิดขึ้นทุกๆช่วงเวลา 5นาที, 15นาที, 30นาที, 1ชั่วโมง, 2ชั่วโมงและ 24ชั่วโมง และตลอดระยะเวลาของการทดลองทั้ง 8 วัน โดยใช้ standard working sheet ที่ดัดแปลงมาจาก standardized work sheet สำหรับทำการ Hippocratic screening test พบว่าไม่มีการตายของหนูทดลองและไม่พบพฤติกรรมหรือความผิดปกติใดๆเกิดขึ้น ดังนั้นสารสกัดสาหร่ายไกปริมาณ 25 กรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมจึงไม่เป็นอันตรายต่อหนูทดลองเมื่อได้รับเข้าไปในระยะเวลาอันสั้น อีกทั้งยังอาจกล่าวได้ว่าค่า LD_{50} ของสารสกัดสาหร่ายไกมีปริมาณสูงกว่า 25 กรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เช่นเดียวกับที่วิรวรรณ (2545) ได้ทำการทดสอบผลการได้รับพิษเฉียบพลันของสาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สกัดใบรางจืดขนาด 10 กรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม แล้วพบว่าไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทั่วไปและไม่ก่อให้เกิดการตายในหนูขาวโดยในการศึกษาได้อ้างอิง standard working sheet ที่ดัดแปลงมาจาก standardized work sheet สำหรับทำการ Hippocratic screening test เช่นเดียวกัน แสดงให้เห็นว่ารางจืดเป็นสารที่ไม่เป็นอันตรายต่อหนูขาวเมื่อได้รับเข้าไปขนาดสูงในระยะเวลาสั้น และเมื่อสังเกตน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของหนูทั้งเพศผู้และเพศเมียในกลุ่มที่ได้รับสารสกัดสาหร่ายไกก็ไม่แตกต่างไปจากกลุ่มควบคุม (ตาราง 2 ภาพ 1และ2) เช่นเดียวกับปริมาณอาหารของหนูที่กิน (ภาพที่ 3) ก็ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วย สุดท้ายหนูที่ยังมีชีวิตอยู่เมื่อครบ 8 วันก็ทำการผ่าซากเพื่อตรวจดูความผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นแก่อวัยวะภายใน ซึ่งจากการทำการสังเกตด้วยตาเปล่าและทำการชั่งน้ำหนัก ตับ ไต หัวใจ ม้าม รังไข่และอัณฑะ ของหนูทั้ง 4 กลุ่ม (ตาราง 3 ภาพที่ 4 และภาพที่ 5) ก็ไม่พบความผิดปกติและน้ำหนักของอวัยวะดังกล่าวก็ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ $p \leq 0.05$ จึงอาจกล่าวได้ว่าการทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันจากการได้รับสารสกัดสาหร่ายไกปริมาณ 25 กรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมไม่ก็ให้เกิดการตายหรือความผิดปกติใดๆเกิดขึ้นแก่หนูทดลอง แต่ถ้าหากปริมาณของสารสกัดมากกว่าระดับนี้ก็อาจทำให้เกิดการตายหรือความผิดปกติแก่หนูขาวก็เป็นได้

การได้รับสารสกัดสาหร่ายไกติดต่อกันเป็นระยะเวลา 60 วัน

ปริมาณสารสกัดสาหร่ายไกที่ทำการป้อนให้แก่หนูทดลองเป็นระยะเวลา 60 วันที่ทำการตรวจสอบพิษแบบกึ่งเรื้อรังนี้ เท่ากับ 0.5 กรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมและ1.0 กรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ซึ่งเท่ากับปริมาณเท่าคนหนัก 60 กิโลกรัมกินต่อวันและเท่ากับ 2 เท่าของคนหนัก 60 กิโลกรัมกินต่อวันตามลำดับ ซึ่งจากการชั่งน้ำหนักหนูทุกๆสัปดาห์ตลอดระยะเวลาของการทดลอง (ตาราง 4 ภาพ 7และภาพ 6) พบว่าในสัปดาห์ที่ 5 ของการทดลองหนูเพศผู้ที่ได้รับสารสกัดปริมาณ 1.0 กรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม มีน้ำหนักมากกว่าหนูในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ในการชั่งน้ำหนักในครั้งสุดท้ายปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างของน้ำหนักหนูในทั้งสามกลุ่ม ส่วนในหนูเพศเมียพบว่าไม่มีความแตกต่างของน้ำหนักเกิดขึ้นในทั้งสามกลุ่มตลอดระยะเวลาของการทดลอง เมื่อมาดูผลทางโลหิตวิทยาโดยทำการวัดปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่น เม็ดเลือดขาวโดยรวมและเม็ดเลือดขาวแยกชนิด (ตารางที่ 5 และภาพที่ 8) ก็พบว่าในหนูเพศเมียในกลุ่มที่ได้รับสารสกัดสาหร่ายไกมีปริมาณของเม็ดเลือดแดงอัดแน่นต่ำกว่าในกลุ่มควบคุม แต่เมื่อทำการทดสอบทางสถิติก็ไม่มีความแตกต่างกันแต่อย่างใด ส่วนในหนูเพศผู้ที่ได้รับสารสกัดสาหร่ายไกปริมาณ 1.0 กรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม มีจำนวนเม็ดเลือดแดงอัดแน่นเท่ากับ 40.75% ซึ่งต่ำกว่ากลุ่มควบคุมที่มีจำนวนเม็ดเลือดแดงอัดแน่นเท่ากับ 46.00% อย่างมีนัยสำคัญทาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ค่านี้ก็เป็นค่าที่อยู่ในช่วงมาตรฐาน (33-55%) (Sharp and La Regina, 1998) ส่วนผลต่อจำนวนเม็ดเลือดขาวแยกชนิดและจำนวนเม็ดเลือดขาวโดยรวม (ตารางที่ 5 ภาพที่ 9,10 และ 11) พบว่าไม่มีความแตกต่างเกิดขึ้นระหว่างหนูที่ได้รับสารสกัดสาหร่ายไกกับกลุ่มควบคุม โดยวัดที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ $p \leq 0.05$ จึงกล่าวได้ว่าสารสกัดสาหร่ายไกปริมาณ 0.5 กรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมและ1.0 กรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ที่ป้อนให้แก่หนูทดลองเป็นระยะเวลา 60 วันนี้ไม่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือความผิดปกติใดๆกับระบบเลือด ต่างจาก Othman (2004) ที่ได้ทำการทดสอบผลของสารสกัด *Ruta chalepensis* เป็นระยะเวลา 15 วันและ Pranee *et al.*(2002) ที่ได้มีการทำการทดสอบความเป็นพิษแบบกึ่งเรื้อรัง (subchronic toxicity) ของการได้รับสารสกัดจากสมุนไพรเพชรสังฆาตเป็นระยะเวลา 3 เดือน ซึ่งทั้งสองพบว่าหนูที่ได้รับสารสกัดในบางกลุ่มมีจำนวนของเม็ดเลือดแดงอัดแน่น จำนวนของเม็ดเลือดขาวโดยรวมและจำนวนของเม็ดเลือดขาวบางชนิดต่ำกว่ากลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่ก็พบว่าเป็นส่วนน้อย ดังนั้นจึงสรุปว่าสารสกัดที่ได้จากพืชนี้ไม่ส่งผลให้เกิดความผิดปกติต่อระบบเลือดในระยะเวลาของการได้รับสารสกัดตามการทดลอง ส่วนไพฑูรย์ (2545) ได้ทำการศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดกวาวเครือขาวต่อระบบเลือดของหนูขาวใหญ่พบว่าสารสกัดทุกขนาดที่ให้มีผลทำให้ปริมาณเม็ดเลือดแดงของหนูลดต่ำลงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) สุดท้ายการวัดผลการทำงานของตับและไต โดยทำการวัดปริมาณ AST ALT BUN และ Creatinine ในซีรัมของหนูทดลองทั้งสองเพศ (ตารางที่ 6 ภาพที่ 12 และภาพที่ 13) ก็พบว่าไม่มีความแตกต่างของปริมาณสารทั้ง 4 ชนิดระหว่างหนูในกลุ่มที่ได้รับสารสกัดสาหร่ายไกและหนูในกลุ่มควบคุมของหนูทั้งสองเพศ โดยวัดที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ $p \leq 0.05$ ซึ่งก็แสดงให้เห็นว่าปริมาณสารสกัดสาหร่ายไกที่ทำการป้อนให้แก่หนูทดลองนี้ไม่ส่งผลให้เกิดความผิดปกติต่อการทำงานของตับและไต ต่างจากที่ Jack *et al.*(2004) ได้ทำการทดสอบพิษเฉียบพลันของของรากของ *Asparagus pubesceus* ในหนูขาวใหญ่พบว่าหนูที่ได้รับสารสกัดของพืชชนิดนี้ทั้งที่ปริมาณ 250, 500 และ 1000 mg/kg มีปริมาณของ AST และ ALT มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$-0.001) ซึ่งได้ผลเช่นเดียวกับกลุ่มที่ได้รับคาร์บอนเตตระคลอไรด์ โดยเขาได้สรุปว่าพืชชนิดนี้อาจส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ตับทำให้เกิดความเสียหายมีผลทำให้เกิดการปล่อย AST และ ALT ที่พบในไซโต พลาสซัมของเซลล์ออกมาสู่กระแสเลือด ส่วน Dustin *et al.* (2003) ทำการทดสอบพิษเฉียบพลันของ Indole-3-carbinol และ 3,3'-diindolylmethane ซึ่งเป็นสารที่มีอยู่ในพืชผักตระกูล cruciferous ซึ่งจากการทดสอบพบว่าหนูเพศผู้ที่ได้รับ Indole-3-carbinol ทุกกลุ่มและกลุ่มที่ได้รับ 3,3'-diindolylmethane ในความเข้มข้นสูงมีปริมาณ ALP มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญเท่ากับ $p = 0.01$ และ $p = 0.004$ ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกจากนี้ยังพบว่าหนูเพศผู้ที่ได้รับ 3,3'-diindolylmethane ในความเข้มข้นสูงยังมีปริมาณของ creatinine สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.01$) อีกด้วย และถึงแม้ว่าจากการทดลองที่ได้ทดสอบพิษเฉียบพลันและพิษกึ่งเรื้อรังของสารสกัดสาหร่ายไกจะแสดงให้เห็นแล้วว่าไม่ส่งผลให้เกิดความผิดปกติใดๆแก่หนูทดลอง แต่ก็ควรทำการทดลองเพิ่มเติมโดยอาจทดสอบพิษแบบเรื้อรัง รวมถึงการศึกษาความเป็นพิษในด้านอื่นๆด้วย เช่น การทดสอบผลต่อโครโซมหรือดีเอนเอของหนูทดลองหรือการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ในสภาวะห้องทดลอง (in vitro) เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved