



การศึกษาความเป็นพิษของ B. thuringiensis var. israelensis ต่อสัตว์ 4 ชนิด แบคทีเรียที่ใช้เป็นลู่ตร TeknarTM (San 402 1 SC) ซึ่งเป็นของเหลวสีน้ำตาลแดง มีพิษต่อแมลง เมื่อถูกกินเข้าไปเท่านั้น โดยจะเข้าทำลายระบบทางเดินอาหารของแมลง (Bulla และคณะ, 1977, Garcia และคณะ, 1980 C) ส่วนที่เป็นพิษของแบคทีเรียชนิดนี้คือ สารพิษ delta-endotoxin ซึ่งอยู่ในผลึกโปรตีน (de Barjac, 1978, de Barjac, 1979) จากผลการทดลองพบว่าที่ 96 ชั่วโมง สัตว์ทดลองทุกชนิดมีอัตราตายสูงที่สุด แสดงว่า เมื่อเวลาเพิ่มขึ้นสัตว์ทดลองมีโอกาสได้รับแบคทีเรียเพิ่มขึ้น ทำให้อัตราตายของสัตว์ทดลองเพิ่มขึ้นตามปริมาณสารพิษที่ได้รับ (Mulligan และคณะ, 1980) เมื่อเปรียบเทียบการเพิ่มระยะเวลาที่ได้รับแบคทีเรียพบว่า แบคทีเรียชนิดนี้มีฤทธิ์ทำลายสูงภายใน 48 ชั่วโมง หลังจากนั้น สัตว์ทดลองมีอัตราตายเพิ่มขึ้นน้อยมากจนถึง 96 ชั่วโมง ระยะเวลาในการทำลายสัตว์นอกเป้าหมายของแบคทีเรียชนิดนี้ไม่แตกต่างกับการทำลายลูกน้ำลูกยุงซึ่งมีฤทธิ์ทำลายภายใน 48 - 72 ชั่วโมง (นุกุดกิจ, 2526)

พิษของ B. thuringiensis var. israelensis ต่อสัตว์ทดลองทั้ง 4 ชนิด มีความรุนแรงต่างกัน จะเห็นได้จากค่า LC_{50} ที่ 24 ชั่วโมง พบว่าลูกกิ้งก่ามกราคมมีความไวในการตอบสนองต่อแบคทีเรียชนิดนี้มากที่สุด (ค่า LC_{50} ที่ 24 ชั่วโมงเท่ากับ 352 ppm) แมลงดาส่วนและปลานิลมีระดับความไวรองลงมา (ค่า LC_{50} ที่ 24 ชั่วโมง เท่ากับ 2259 และ 4217 ppm ตามลำดับ) ส่วนปลาหางนกยูงทนต่อแบคทีเรียชนิดนี้มากที่สุด (ค่า LC_{50} ที่ 24 ชั่วโมง เท่ากับ 5662 ppm) แต่เมื่อนำค่า LC_{50} ของแบคทีเรียต่อสัตว์น้ำทั้ง 4 ชนิดมาเปรียบเทียบกับค่า LC_{50} ของแบคทีเรียต่อลูกน้ำยุง พบว่าค่า LC_{50} แตกต่างกันมาก โดยค่า LC_{50} ที่ 24 ชั่วโมงของ B. thuringiensis var. israelensis (ลู่ตร SAN 402 1 SC) ต่อลูกน้ำยุงมีค่าระหว่าง 0.23 - 1.89 ppm (Dame และคณะ, 1981, Mulla และคณะ, 1982, Nugud และ White, 1982, รัตปวัฒน์, 2525) นั่นคือ B. thuringiensis var. israelensis มีพิษต่อลูกกิ้งก่ามกราคมน้อยกว่าลูกน้ำยุงเกือบ 190 เท่า มีพิษต่อแมลงดาส่วนน้อยกว่าลูกน้ำยุงเกือบ 1200 เท่า, มีพิษต่อปลานิล

น้อยกว่าลูกน้ำยุงเกือบ 2,300 เท่า และมีพิษต่อปลาหางนกยูงน้อยกว่าลูกน้ำยุงเกือบ 3,000 เท่า

B. thuringiensis var. israelensis (ผู้ตร TeknarTM) ที่ความเข้มข้น 10 ppm สามารถควบคุมลูกน้ำยุงได้ผลดีที่สุด (ประสิทธิภาพและโพริซิติดี, 2526) ซึ่งใช้ระดับความเข้มข้นดังกล่าวเป็นความเข้มข้นที่แนะนำให้ใช้กับลูกน้ำยุง (ผู้ศักดิ์ ประสิทธิภาพสูง, จากการติดต่อส่วนตัว) เมื่อคำนึงถึงระดับปลอดภัยของ B. thuringiensis var. israelensis ต่อลูกกึ่งกัมกรามซึ่งมีค่าระหว่าง 6-14 ppm พบว่าความเข้มข้นที่แนะนำให้ใช้ในการควบคุมลูกน้ำยุงมีค่าสูงกว่าขั้นต่ำของช่วงระดับปลอดภัย แต่ยังคงต่ำกว่าขั้นสูงของช่วงระดับปลอดภัย ดังนั้นถ้าใช้แบคทีเรียชนิดนี้ในการควบคุมลูกน้ำยุง ไม่ควรจะเป็นอันตรายต่อลูกกึ่งกัมกราม โดยเฉพาะเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับระดับเริ่มเป็นพิษ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 269 ppm พบว่าโอกาสที่จะเป็นพิษต่อลูกกึ่งกัมกรามนั้นน้อยมาก เนื่องจากแบคทีเรียชนิดนี้เริ่มเป็นพิษต่อลูกกึ่งกัมกรามที่ความเข้มข้นซึ่งสูงกว่าความเข้มข้นที่แนะนำให้ใช้กับลูกน้ำยุงถึง 27 เท่า ดังนั้นแบคทีเรียชนิดนี้จึงน่าจะปลอดภัยต่อลูกกึ่งกัมกราม อย่างไรก็ตามควรจะใช้แบคทีเรียชนิดนี้ให้ห่างไกลจากแหล่งเพาะเลี้ยงกึ่งกัมกรามวัยอ่อน เนื่องจากกึ่งกัมกรามวัยอ่อนมีขนาดเล็กกว่ากึ่งกัมกรามและเป็นวัยที่อ่อนแอมากเมื่อเปรียบเทียบกับวัยอื่น ๆ (พรหมานนท์และพงศ์สุวรรณ, 2510, ปิยะธีระธิตีวรรณ, 2522)

ส่วนระดับปลอดภัยของ B. thuringiensis var. israelensis ต่อแมลงดาส่วน, ปลานิล และปลาหางนกยูง ซึ่งมีค่าระหว่าง 38-95, 81-202 และ 107-268 ppm ตามลำดับ พบว่าความเข้มข้นที่แนะนำให้ใช้ในการควบคุมลูกน้ำยุงมีค่าต่ำกว่าช่วงระดับปลอดภัยมาก หรือเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับระดับเริ่มเป็นพิษ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1899, 4034 และ 5344 ppm ตามลำดับ พบว่าแบคทีเรียชนิดนี้เริ่มเป็นพิษต่อแมลงดาส่วน, ปลานิล และปลาหางนกยูงที่ความเข้มข้นซึ่งสูงถึง 190, 403 และ 534 เท่าของความเข้มข้นที่แนะนำให้ใช้ในการควบคุมลูกน้ำยุง จึงกล่าวได้ว่าแมลงดาส่วน, ปลานิล และปลาหางนกยูงปลอดภัยจากการใช้แบคทีเรียชนิดนี้มาก โดยเฉพาะปลานิลและปลาหางนกยูงปลอดภัยจากการใช้ B. thuringiensis var. israelensis มากกว่าการใช้สารเคมี เช่นในการควบคุมลูกน้ำยุงด้วยเอเบท(Abate) ซึ่งความเข้มข้นที่แนะนำให้ใช้เท่ากับ 1 ppm พบว่าปลานิลอาจมีโอกาสดำรงชีวิตได้โดยเปรียบเทียบกับระดับปลอดภัยของ เอเบทต่อปลานิล มีค่าระหว่าง 0.4478 - 1.1195 ppm แต่พบว่าเอเบทปลอดภัยต่อปลาหางนกยูง โดยระดับปลอดภัยของ เอเบทต่อปลาหางนกยูงมีค่าระ-

หว่าง 4.2130 - 10.5325 ppm สำหรับฟิลาเรียโอล (Filarinol) ซึ่งเป็นสารเคมีที่ยังไม่เคยมีการนำมาใช้ในการควบคุมลูกน้ำยุงในประเทศไทยพบว่า มีอันตรายต่อปลานิลและปลาหางนกยูง เพราะความเข้มข้นที่แนะนำให้ใช้ควบคุมลูกน้ำคือ 1.5 ppm จะมีค่าสูงกว่าช่วงระดับปลอดภัยโดยระดับปลอดภัยของฟิลาเรียโอลต่อปลานิลและปลาหางนกยูงมีค่าระหว่าง 0.2668 - 0.6670 ppm และ 0.1716 - 0.4290 ppm ตามลำดับ (ศรีวิไล ผ่องอุดม, เอกสารที่ยังไม่เผยแพร่)

การทดลองครั้งนี้พบว่า B. thuringiensis var. israelensis ปลอดภัยต่อสัตว์นอกเป้าหมายทั้ง 4 ชนิด ซึ่งเป็นสัตว์ทดลองที่ยังไม่เคยมีการศึกษามาก่อน จึงเป็นการยืนยันถึงความปลอดภัยของแบคทีเรียชนิดต่อสัตว์นอกเป้าหมายเพิ่มขึ้นอีก 4 ชนิด และหากมีการใช้แบคทีเรียชนิดนี้ในท้องที่ ซึ่งความเข้มข้นที่จะนำไปใช้ไม่เกิน 10 ppm โดยมีค่าไม่เกินระดับปลอดภัย ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่าแบคทีเรียชนิดนี้ไม่มีอันตรายต่อสัตว์นอกเป้าหมายที่พบได้ทั่วไปในประเทศไทย โดยเฉพาะแมลงดาส่วน, ปลานิล และปลาหางนกยูงซึ่งเป็นตัวห้ำของลูกน้ำยุง (Wongsiri, 1976, Wongsiri, 1982) ดังนั้นจะมีประโยชน์ในแง่ที่สามารถนำแบคทีเรียชนิดนี้มาใช้ร่วมกับศัตรูธรรมชาติของลูกน้ำยุง เพื่อให้การควบคุมลูกน้ำมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ส่วนการศึกษาถึงผลของ B. thuringiensis var. israelensis ต่อปลาหางนกยูงในระยะยาว เพื่อดูถึงพิษสะสมของแบคทีเรียชนิดนี้ในสภาพที่คล้ายกับการใช้ในทางปฏิบัติมากที่สุด โดยเปลี่ยนสารละลายแบคทีเรียครั้งหนึ่งสัปดาห์ละครั้ง เนื่องจากแบคทีเรียชนิดนี้มีฤทธิ์ตกค้างสั้นมาก โดยไม่พบอัตราการตายของลูกน้ำหลัง 7 วันไปแล้ว (Ignoffo และคณะ, 1981 b; ฐิติปวัฒน์, 2525, บุญลภิกข, 2526)

จำนวนลูกปลาที่เหลือเมื่อเสร็จสิ้นการทดลองไม่ใช่จำนวนลูกปลาที่เกิดทั้งหมด เนื่องจากลูกปลาถูกแม่ปลากินในครอกแรก ๆ เพราะโดยปกติแล้วปลาหางนกยูงชอบอาหารที่มีชีวิต (Axelrod และ Vorderwinkler, 1960; Rataj และ Zubal, 1971) และแม่ปลาจะกินลูกปลาเป็นอาหารถ้าไม่แยกลูกปลาออก (Lodi, 1972) แม้จะแก้ปัญหาโดยการให้ไร้น้ำเป็นอาหาร แต่ก็ไม่ได้ผลเท่าที่ควรเนื่องจากการเลี้ยงในตู้ปลาทำให้อาณาบริเวณถูกจำกัดและลูกปลาไม่มีที่หลบภัย จึงเป็นเพียงการชลออายุลูกปลาให้ถูกกินช้าลงเท่านั้น ดังนั้นในลูกครอกหลัง ๆ จึงแยกลูกปลาออกมาเลี้ยงต่างหากในสภาพการทดลองที่เหมือนเดิมทุกประการ

ปรากฏว่าไม่พบการตายของลูกปลาเกิดขึ้นอีกจนกระทั่ง เล็งริลันการทดลอง พบว่าประชากรของลูกปลาทั้งในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ความเข้มข้นแบคทีเรียเท่ากับ 10 และ 500 ppm มีจำนวนใกล้เคียงกัน

ผลการเปรียบเทียบทั้งการเจริญเติบโตและอัตราขยายพันธุ์ของปลาหางนกยูงที่แบคทีเรียเข้มข้น 10 และ 500 ppm และกลุ่มควบคุมพบว่า ปลาหางนกยูงทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง มีน้ำหนักและระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกัน อีกทั้งมีจำนวนลูกปลาใกล้เคียงกันทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง นอกจากนี้ไม่พบอาการผิดปกติของพฤติกรรมการกินอาหารและการว่ายน้ำ และลูกปลาทั้งหมดมีสุขภาพแข็งแรงดี การทดลองครั้งนี้สามารถยืนยันถึงความปลอดภัยของ B. thuringiensis var. israelensis ต่อปลาหางนกยูงในระยะยาวทั้งในความเข้มข้นที่แนะนำให้ใช้กับลูกน้ำยุง หรือแม้แต่ว่าความเข้มข้นประมาณหนึ่งในสิบของค่า LC_{50} ของ B. thuringiensis var. israelensis ต่อปลาหางนกยูงซึ่งเท่ากับ 500 ppm

ตลอดระยะเวลาการทดลองพิษเรื้อรังของ B. thuringiensis var. israelensis ต่อปลาหางนกยูงได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ 2 สัปดาห์ต่อครั้ง เนื่องจากคุณภาพของน้ำในระหว่างการทดลองไม่แตกต่างกันมากนักในแต่ละกลุ่มการทดลองและไม่เปลี่ยนแปลงมากดังนั้นจึงรายงานเป็นช่วงของความเข้มข้น ดังแสดงไว้ในตารางที่ 9 เมื่อทำการเปรียบเทียบคุณภาพของน้ำ (ค่าเฉลี่ย) ในกลุ่มควบคุมและในแบคทีเรียเข้มข้น 10 และ 500 ppm พบว่าคุณภาพน้ำไม่แตกต่างกันนัก

จากรายงานการศึกษาถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมพบว่า B. thuringiensis var. israelensis มีความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมเนื่องจากมีฤทธิ์ตกค้างสั้นมาก โดยส่วนผสมของสปอร์และผลึกโปรตีนที่เป็นพิษ เมื่อถูกนำไปใช้ในแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงถูกลูกน้ำกินไม่หมดมันจะจมตัวลงก้นบ่อและย่อยสลายในธรรมชาติได้เอง นอกจากนี้ไม่พบว่าสปอร์สามารถเพิ่มปริมาณภายในตัวลูกน้ำที่ตายเนื่องจาก B. thuringiensis var. israelensis ไม่สามารถสถาปนาตัวเอง (establish) ในธรรมชาติและไม่คงทน จึงทำให้ฤทธิ์ตกค้างน้อยมากจนอาจกล่าวได้ว่าไม่มีฤทธิ์ตกค้างเลยซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองเมื่อนำแบคทีเรียชนิดนี้ไปใช้ แต่จะเป็นข้อดีในแง่ที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมาก (Mulligan และคณะ, 1980, deMaio และคณะ, 1981, Davidson และคณะ, 1981, Ignoffo และคณะ, 1981b, Rishikesh และคณะ, 1983) นอกจากนี้ B. thuringiensis var. israelensis เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถควบคุมแมลงพาหะนำโรคได้โดยปลอดภัยที่สุด (Ali, 1981) และมี

ความเฉพาะเจาะจงต่อลูกน้ำยุงดีและมีพิษต่อลูกน้ำยุงสูง (Rishikesh และคณะ ,1983)
ดังนั้น B. thuringiensis var. israelensis จึงเป็นจุลินทรีย์ที่น่าจะนำมาใช้ควบคุม
ลูกน้ำยุงในประเทศไทย โดยอาจใช้ร่วมกับตัวห้ำของลูกน้ำยุง โดยเฉพาะปลาฉลามและปลาหาง-
นกยูง ซึ่งจะมีส่วนช่วยทำให้แมลงสร้างความต้านทานได้ช้าลงและการควบคุมลูกน้ำมีประสิทธิภาพ
ดีขึ้น (Miura และคณะ , 1980)



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย