

โรติเฟอร์: แพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็กและบทบาทสำคัญในระบบนิเวศแหล่งน้ำ

Rotifers: A Small Zooplankton and Important Roles in Wetland Ecosystem

สุเปัญญา จิตตพันธ์

ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ปทุมธานี 12121

บทคัดย่อ

โรติเฟอร์เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็ก มีลักษณะเฉพาะคือ โคโรนาซึ่งเป็นวงขนทางด้านหัว และโทรฟีซึ่งเป็นโครงร่างแข็งของสารไคติน โรติเฟอร์สามารถพบได้ทั้งในระบบนิเวศน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม มีบทบาทสำคัญหลายประการต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำ ได้แก่ เป็นผู้เชื่อมโยงพลังงานขั้นต้นในห่วงโซ่อาหาร เป็นดัชนีบ่งชี้ความหลากหลายและความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ และเป็นสิ่งมีชีวิตที่ใช้ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศ นอกจากนี้โรติเฟอร์ยังใช้เป็นอาหารเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อน และทดสอบความเป็นพิษของสารประเภทต่างๆ ได้อีกด้วย

Abstract

Rotifers are small zooplankton. They are characterized by corona, a circle of cilia on head part and trophi, a chitin hard structure. Rotifers can be found in freshwater, brackish and marine ecosystem. They played many important roles in wetland ecosystem, e.g. as a primary energy transfer in food chain, as indicator for diversity measurement and environmental impact assessment. Moreover, rotifers can be used as food source for aquatic animal larvae and toxicity tested organism.

1. โรติเฟอร์คืออะไร

โรติเฟอร์เป็นสัตว์หลายเซลล์ขนาดเล็ก จัดอยู่ในไฟลัมโรติเฟอร์รา มีสมาชิกประมาณ 2,000 ชนิด [1] ลักษณะเด่นประจำไฟลัมคือ ลำตัวไม่เป็นข้อปล้อง (unsegmented) มีช่องว่างลำตัวแบบเทียม (pseudocoelomate) มีสมมาตรซ้ายขวาเป็นกลุ่มแรก (primary bilateral symmetrical body) มีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์ (complete digestive track) และไม่มีระบบหมุนเวียนเลือด [1, 2] เชื่อกันว่าโรติเฟอร์น่าจะวิวัฒนาการมาจาก หนอนตัวแบนเทอร์เบลลาเรียน

(turbellarian) และมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับนาโธสโตมุลิด (gnathostomulid) [3]

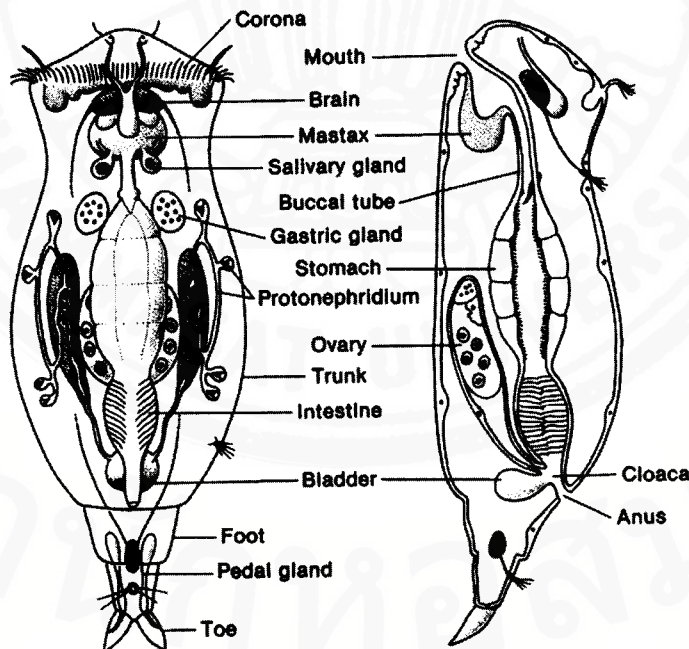
2. ลักษณะทั่วไปของโรติเฟอร์

โรติเฟอร์มีลำตัวแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ หัว (head) ลำตัว (trunk) และขา (foot) ส่วนหัวเป็นส่วนสั้นๆ และแคบ ประกอบด้วยวงขนทำหน้าที่ช่วยในการเคลื่อนที่และนำอาหารเข้าสู่ปาก เรียกววงขนนี้ว่า โคโรนา (corona) (รูปที่ 1) ซึ่งเมื่อเคลื่อนไหวจะดูเหมือนวงล้อหมุน

จึงเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าวีลอร์แกน (wheel organ) รูปร่างของโคโรนาจะแตกต่างกันไปตามกลุ่มของโรติเฟอร์ ส่วนลำตัวของโรติเฟอร์จะมีผนังหุ้มลำตัว (integument) อยู่ภายนอก ทำหน้าที่ห่อหุ้มป้องกันโรติเฟอร์ไว้เรียกว่าลอรिका (lorica) ซึ่งอาจมีลักษณะบางหรือหนาก็ได้ ถ้าเป็นโรติเฟอร์ที่มีลอริกานาเรียกลอริเกทโรติเฟอร์ (loricate rotifer) ส่วนโรติเฟอร์ที่ไม่มีลอริกานาเรียกลิล-ลอริกาทโรติเฟอร์ (illoricate rotifer) ลอริกานี้เป็นสารประกอบพวกไคติน บนลอริกานามีหนาม ตุ่มหรือลวดลายลักษณะอื่นๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของโรติเฟอร์ และสามารถจำแนกชนิดได้บริเวณลำตัวของโรติเฟอร์ส่วนใหญ่มิหนวดที่ใช้รับความรู้สึกอยู่ทางด้านหลัง 1 เส้น (dorsal antenna) และอยู่ข้างลำตัวอีก 1 คู่ (lateral antenna) ส่วนเท้าของโรติเฟอร์มีลักษณะเรียวยาวและแบ่งเป็นปล้อง แต่ละปล้องก่อนข้าง

แข็งประกอบด้วยสารไคติน สามารถยึดหดได้เหมือนกลองสองทางไกล ปลายด้านล่างของส่วนเท้ามักจะมีหนาม (spine) หรือมีลักษณะแยกออกเรียกว่านิ้วเท้า (toes) ที่บริเวณนิ้วเท้าจะมีท่อติดต่อกับต่อมพิคดอล (pedal gland) ซึ่งทำหน้าที่สร้างสารเหนียวไว้สำหรับยึดเกาะพื้น แต่ในโรติเฟอร์บางชนิดส่วนเท้าจะลดรูปหายไปเช่น โรติเฟอร์ในสกุล *Keratella* [1]

โรติเฟอร์สามารถจำแนกออกจากโรติเฟอร์สัตว์กลุ่มอื่นๆ ได้ ด้วยสองลักษณะเด่นคือ โคโรนาและมาสแทกซ์ (mastax) [1] โคโรนาคือแถบของวงขนที่อยู่รอบปากตรงบริเวณส่วนหัว ส่วนมาสแทกซ์ก็คืออวัยวะที่เปลี่ยนแปลงไปโดยมีผนังหนาขึ้น ภายในมีโครงร่างแข็งซึ่งเป็นสารไคตินเรียกโทรฟี (trophi) ทำหน้าที่ในการคัดเลือกและบดเคี้ยวอาหาร ซึ่งเทียบได้กับฟันของมนุษย์



รูปที่ 1 โรติเฟอร์ (ดัดแปลงจาก Ruppert and Barnes, 1994, p. 308) [4]

3. การจัดจำแนกโรติเฟอร์

ไฟลัมโรติเฟอร่าแบ่งออกได้เป็น 3 คลาสด้วยกัน คือ Pararotatoria Bdelloidea และ Monogononta [5]

3.1. คลาส Seisonida มีสมาชิกเพียงสกุลเดียว และมี 3 ชนิดเท่านั้น เป็นโรติเฟอร์กลุ่มที่ดำรงชีวิตแบบปรสิต โดยยึดเกาะติดกับเหงือกของสัตว์น้ำกลุ่มครัสเตเชีย ซึ่งอาศัยอยู่ในทะเล

3.2. คลาส Bdelloidea มีสมาชิกประมาณ 461 ชนิด เป็นโรติเฟอร์กลุ่มที่มีโครงร่างอ่อนนุ่ม และขาดการจำแนกชนิด เนื่องจากเมื่อเก็บรักษาตัวอย่างด้วยสารละลายฟอร์มาลิน โรติเฟอร์กลุ่มนี้จะหดตัวจนมีรูปร่างคล้ายบอลลูก ซึ่งไม่สามารถจำแนกชนิดได้ และในการจำแนกชนิดโดยใช้ลักษณะของโทรฟีคอนข้างยาก เพราะโทรฟีในคลาสนี้มีลักษณะคล้ายคลึงกันมาก ฉะนั้นการจำแนกชนิดของโรติเฟอร์กลุ่มนี้ต้องศึกษาขณะที่ยังมีชีวิตอยู่เท่านั้น

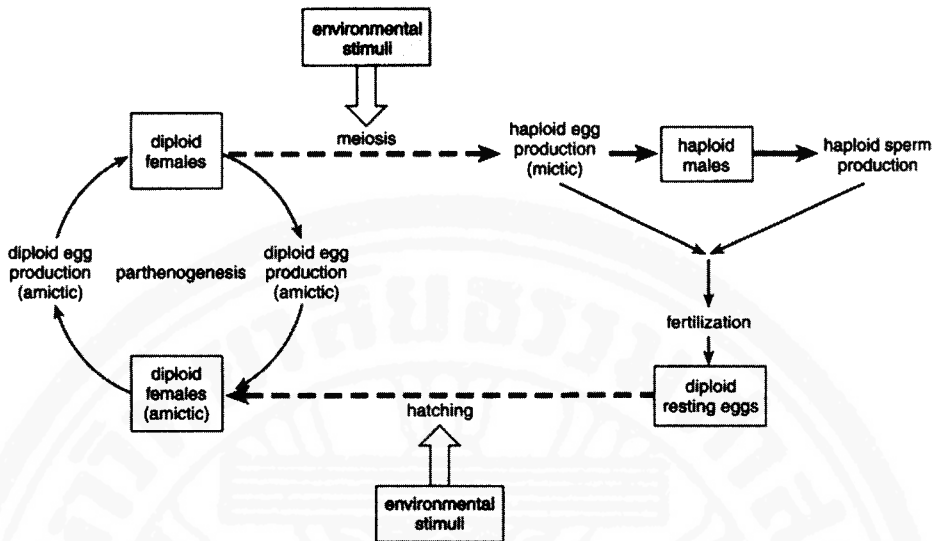
3.3. คลาส Monogononta เป็นกลุ่มของโรติเฟอร์ที่ใหญ่ที่สุดมีสมาชิกมากกว่า 1,570 ชนิด [5] มีทั้งที่ดำรงชีวิตแบบอิสระ คืบคลาน ยึดเกาะ และเป็นปรสิต การจำแนกโรติเฟอร์ในกลุ่มนี้สามารถใช้ลักษณะของโครงร่างแข็งภายนอก และลักษณะของโทรฟีในการจัดจำแนกถึงระดับชนิดได้

4. การสืบพันธุ์

โรติเฟอร์ทั้ง 3 คลาสข้างต้นนี้มีการสืบพันธุ์แตกต่างกัน โดยคลาส Pararotatoria มีเฉพาะการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (sexual reproduction) เท่านั้น คือ โรติเฟอร์เพศผู้และเพศเมียทำหน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์ซึ่งมีจำนวนโครโมโซม 1 ชุด เรียกว่าแฮพลอยด์ (haploid egg) จากกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (meiosis) และเซลล์สืบพันธุ์นี้จะผสมกันจนกลายเป็นตัวอ่อน (zygote) และเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยต่อไป ตรงกันข้ามกับโรติเฟอร์ในคลาส Bdelloidea โรติเฟอร์ในกลุ่มนี้มีเฉพาะการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (asexual reproduction) เท่านั้น เพราะจากการศึกษาดังแต่อดีตจนถึงปัจจุบันยังไม่มียางานการพบโรติเฟอร์เพศผู้ในคลาส Bdelloidea เลย เพศเมีย

คลาส Bdelloidea ทำหน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์ซึ่งมีจำนวนโครโมโซม 2 ชุด เรียกว่าดิพลอยด์ (diploid egg) จากกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (mitosis) และเซลล์เหล่านี้จะเจริญต่อไปเป็นตัวเมียตัวใหม่ เรียกกระบวนการสืบพันธุ์แบบนี้ว่า พาทีโนจีนีส (parthenogenesis) ส่วนโรติเฟอร์ในคลาส Monogononta มีการสืบพันธุ์ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ เรียกการสืบพันธุ์ที่มีทั้งสองแบบว่า เฮเทอโรจีนิ (heterogeny) [1]

การสืบพันธุ์ของโรติเฟอร์ในคลาส Monogononta ส่วนใหญ่จะเป็นแบบพาทีโนจีนีส โดยภายใต้สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม ตัวเมียที่พบได้ทั่วไปในธรรมชาติ ซึ่งเรียกว่าตัวเมียอะมิคติก (amictic female) จะสร้างไข่ดิพลอยด์ และไข่เหล่านี้จะเจริญเติบโตกลายเป็นตัวเมียอะมิคติกต่อไปเป็นวงจรต่อเนื่องกันเรียกไซคลิกอลพาทีโนจีนีส (cyclical parthenogenesis) จนกระทั่งเมื่อสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสมเกิดขึ้น หรือมีปัจจัยเร้าบางประการ (ซึ่งโรติเฟอร์แต่ละชนิดจะตอบสนองต่อปัจจัยต่างๆ แตกต่างกัน) ไซคลิกอลพาทีโนจีนีสจะถูกยับยั้ง และโรติเฟอร์ในคลาส Monogononta จะเปลี่ยนไปสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศแทน โดยตัวเมียอะมิคติกจะสร้างไข่ดิพลอยด์ ซึ่งจะเจริญไปเป็นตัวเมียมิคติก (mictic female) และตัวเมียมิคติกนี้จะสร้างไข่แฮพลอยด์ ไข่ที่ไม่ได้รับการผสมจะเจริญไปเป็นโรติเฟอร์เพศผู้ ซึ่งมีลักษณะทั้งภายนอกและภายในแตกต่างไปจากเพศเมีย โดยมีเฉพาะระบบสืบพันธุ์เท่านั้น และไม่มีระบบทางเดินอาหาร โรติเฟอร์เพศผู้ทำหน้าที่สร้างน้ำเชื้อ (semen) เพื่อผสมกับไข่แฮพลอยด์ที่เหลือ เมื่อไข่ได้รับการผสมแล้ว จะสร้างผนังหนาขึ้น เรียกไข่เหล่านี้ว่าไข่ระยะพัก (resting egg) ซึ่งจะตกลงสู่พื้นท้องน้ำ และสะสมอยู่ในตะกอนดิน บางชนิดอาจเกาะติดไว้กับพืชน้ำ ไข่ระยะพักสามารถอยู่รอดภายใต้สภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้นาน จนกว่าสภาวะที่เหมาะสม หรือปัจจัยที่เหมาะสมจะกลับคืนมา ไข่ระยะพักเหล่านี้จะฟักออกมาและเจริญไปเป็นตัวเมียอะมิคติก และสืบพันธุ์แบบพาทีโนจีนีสเพิ่มจำนวนประชากรในแหล่งน้ำนั้นๆ ต่อไป (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 กระบวนการสืบพันธุ์ของโรติเฟอร์คลาส Monogononta (ดัดแปลงจาก Pechenik, 2000, p. 196) [6]

5.ความสำคัญและบทบาทของโรติเฟอร์ในระบบนิเวศแหล่งน้ำ

โรติเฟอร์ส่วนใหญ่ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน คือ ล่องลอยอยู่ในมวลน้ำ ซึ่งพบได้ทั่วไปทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม แต่ส่วนใหญ่พบในแหล่งน้ำจืด นอกจากนี้ยังสามารถพบในบริเวณที่มีความชื้นอยู่บ้างเล็กน้อย เช่น ในช่องว่างของอนุภาคดินและทราย ในน้ำใต้ดิน ในมอส หรือในถุงที่ใช้ดักจับแมลงของคันท่อม้าหัวมื่อแกลงเป็นต้น รวมทั้งในป่าพรุ ซึ่งน้ำเป็นกรด และมีสีน้ำตาล

เนื่องจากโรติเฟอร์เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีความหลากหลายและมีจำนวนมากที่สุดในแหล่งน้ำจืด โรติเฟอร์จึงถือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของระบบนิเวศน้ำจืด และมีบทบาทสำคัญมากต่อแหล่งน้ำหลายประการคือ โรติเฟอร์จัดเป็นผู้บริโภคขั้นต้น (primary consumer) โดยกินแพลงก์ตอนพืชและแบคทีเรียเป็นอาหาร จึงทำหน้าที่ถ่ายทอดพลังงานและสารอินทรีย์ต่างๆ ไปยังผู้บริโภคลำดับขั้นที่สูงขึ้นไปในห่วงโซ่อาหาร (food chain) นอกจากนี้เนื่องจากโรติเฟอร์มีการสืบพันธุ์เพิ่มจำนวน

ประชากรได้เร็ว และมีอัตราการกินอาหารสูง โรติเฟอร์จึงมีบทบาทสำคัญในการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารอาหาร (nutrient cycling) ในระบบนิเวศแหล่งน้ำ อีกทั้งเนื่องจากโรติเฟอร์มีขนาดเล็ก (0.006 - 1.00 มิลลิเมตร) มีคุณค่าทางโภชนาการสูง (โปรตีน 58 - 72 เปอร์เซ็นต์ และไขมัน 21 - 31 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง) และง่ายต่อการเพาะเลี้ยงให้ได้ปริมาณมาก (50,000 - 500,000 ตัวต่อลิตร) โรติเฟอร์จึงเหมาะสมในการใช้เป็นอาหารสำหรับเลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อนในระยะแรกของการเริ่มกินอาหารภายนอกด้วยตนเอง [7] ยิ่งไปกว่านั้นเนื่องจากโรติเฟอร์สามารถพบได้โดยทั่วไปในบริเวณที่มีน้ำและความชื้น มีการแพร่กระจายทั่วโลก และบางชนิดมีการแพร่กระจายเฉพาะถิ่นขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ทำให้โรติเฟอร์สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ลักษณะของความสัมพันธ์ของแหล่งน้ำได้ [8,9,10] และการแพร่กระจายตามถิ่นที่อยู่ในช่วงจำกัดนี้ มีประโยชน์ในการศึกษาถึงลักษณะของพื้นที่ในอดีตได้อีกด้วย เช่น ลักษณะการเคลื่อนที่ของแผ่นดิน (geographical distribution) เป็นต้น ท้ายสุด

ปัจจุบันนิยมนำโรติเฟอร์ชนิด *Brachionus calyciflorus* และ *B. plicatilis* มาใช้ในการทดสอบความเป็นพิษของสารต่างๆ เพราะโรติเฟอร์ทั้งสองชนิดนี้มีการแพร่กระจายค่อนข้างกว้าง และเพาะเลี้ยงได้ง่าย รวมทั้งโรติเฟอร์มีวงจรชีวิตสั้นจึงตอบสนองต่อความเป็นพิษได้อย่างรวดเร็ว [11-14]

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ได้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญและบทบาทของโรติเฟอร์ต่อระบบนิเวศน้ำจืด ซึ่งเป็นเหตุผลที่ทำให้ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ได้หันมาให้ความสำคัญ และศึกษาโรติเฟอร์กันมากยิ่งขึ้น รวมทั้งในประเทศไทย

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Nogrady, T., Wallace, R. L. and Snell. T. W, Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World; Volume 1: Biology, Ecology and Systematics. SPB Academic Publishing. 142 p., 1993.
- [2] Miller, S.A. and Harley, J.P, Zoology., 3 ed., Mc Graw-Hill Companies, Boston, 752 p., 1996.
- [3] Segers, H, Introduction to the Practice of Identifying Rotifera., International Training Course, Universiteit Gent, 69 p., 1995-1996.
- [4] Ruppert, E. E. and Barnes, R. D, Invertebrate Zoology., 6 ed., Forth Worth: Harcourt College Publisher, 1056 p., 1994.
- [5] Segers, H, Annotated Checklist of the Rotifers (Phylum Rotifera), with Notes on Nomenclature, Taxonomy and Distribution, Zootaxa, Vol. 1564; pp. 1-104, 2007.
- [6] Pechenik, J. A, Biology of the Invertebrate., 4 ed., Mc Graw-Hill Companies, Boston, 578 p., 2000.
- [7] Lubzens, E., Wax, Y., Minkoff, G. and Adler, F, A Model Evaluating the Contribution of Environmental Factors to the Production of Resting Eggs in the Rotifer *Brachionus plicatilis*, Hydrobiologia, Vol. 255/256; pp. 127-138, 1993.
- [8] Mäemets, A, Rotifers as Indicators of Lake Types in Estonia, Hydrobiologia, Vol. 104; pp. 357-361, 1983.
- [9] Marneffe, Y., Combin, S. and Thomé, J. P, Ecological Water Quality Assessment of the Bütgenbach lake (Belgium) and Its Impact on the River Warche Using Rotifers as bioindicators, Hydrobiologia, Vol. 387/388; pp. 459-467, 1998.
- [10] Duggan, I.C., Green, J.D., Shiel, R.J, Distribution of Rotifers in North Island, New Zealand, and Their Potential Use as bioindicators of Lake Trophic State, Hydrobiologia, Vol. 446/447; pp. 155-164, 2001.
- [11] Janssen, C. R., Ferrando, R. M. D. and Persoone, G, Ecotoxicological Studies with the Freshwater Rotifer *Brachionus calyciflorus*. I. Conceptual Framework and Applications, Hydrobiologia, Vol. 255/256; pp. 21-32, 1993.
- [12] Ferrando, M. D., Janseen, C. R., Andreu E. and Persoone, G, Ecotoxicological Studies with the Freshwater Rotifer *Brachionus calyciflorus*. II. An Assessment of the Chronic Toxicity of Lindane and 3,4-dichloroaniline Using Life tables, Hydrobiologia, Vol. 255/256; pp.33-40, 1993.
- [13] Fernández-Casalderrey, A., Ferrando, M. D. and Andreu-Moliner, E, Chronic Toxicity of Methylparathion to the Rotifer *Brachionus calyciflorus* Fed on *Nannochloris Oculata* and *Chlorella pyrenoidosa*, Hydrobiologia, Vol. 255/256; pp. 41-49, 1993.
- [14] Nogrady, T. and Rowe, T. L. A, Comparative Laboratory Studies of Narcosis in *Brachinus plicatilis*, Hydrobiologia, Vol. 255/256; pp. 51-56, 1993.