หอสมุดกลาง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การอภิปรายผลการวิจัย

ในการศึกษากำลังผลิต (productivity) ของผักตบชวานี้เป็นการศึกษา primary productivity ซึ่งหมายถึงอัตราของการเปลี่ยน solar energy ไปเป็น chemical energy ในขบวนการสังเคราะห์แสงของพืชต่อหน่วยพื้นที่หรือหมายถึงอัตราของการเพิ่ม organic productionของพืชต่อหน่วยพื้นที่ จากการทดลองพบว่าผักตบชวามีกำลังผลิตสูงสุดเป็น 19.9 กรัม (น้ำหนักแห้ง)ต่อวันต่อตารางเมตร โดยเริ่มจากปลูกผักตบชวาที่มีน้ำหนักแห้งหรือ organic matter 31.03 กรัม ในพื้นที่ 1 ตารางเมตร เป็นเวลา 105 วัน น้ำหนักแห้งหรือ organic matter ของผักตบชวาจะเพิ่มขึ้นเป็น 2130 กรัม ดังนั้นจะเห็นว่าในเวลา 105 วัน ปริมาณ organic matter ของผักตบชวาจะเพิ่มขึ้นจากเดิม 2098.97 กรัมต่อพื้นที่ 1 ตาราง-เมตร จากการทดลองของ Boyd (1970) พบว่าผักตบชวามีกำลังผลิตสูงสุดเป็น 14.6 กรัม (น้ำหนักแห้ง)ต่อวันต่อตารางเมตร ซึ่งจะเห็นว่าผลที่ได้จากการศึกษานี้ผักตบชวาจะมีกำลังผลิตสูงกว่าผลของ Boyd (1970) เล็กน้อย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมในแถบนี้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของผักตบชวามากกว่าการศึกษาของ Boyd (1970) ก็ได้ แต่ทั้งสองการทดลองแสดงให้เห็นว่าผักตบชวามีกำลังผลิตสูง โดยมีความสามารถในการนำเอา solar energy มาสร้าง organic matter จาก inorganic matterได้ดีมาก และ organic matter ที่ผักตบชวาสร้างขึ้นมานี้อาจนำไปใช้ประโยชน์ได้มากมาย เช่น นำไปทำเป็นอาหารสัตว์และเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมทำกระดาษเป็นต้น

กำลังผลิตของผักตบชวาเมื่อเทียบกับพืชชนิดอื่น จากการศึกษาของ Boyd (1970) แสดงไว้ว่า

Species	Maximum Productivity g dry wt./m^2/day
Eichornia crassipes	14.6
Justicia americana	31.1
Alternanthera philoxeroides	17.0
Typha latifolia	52.6

จากการศึกษาของ Boyd (1970) จะเห็นว่าผักตบชวามีกำลังผลิตต่ำกว่าพืชอื่น ๆ แต่พืชชนิดอื่นเป็นพืชที่ต้องมีดินให้รากหยั่งถึงจึงจะเจริญเติบโตได้ และมีการเจริญเติบช้ากว่าผักตบชวา ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกันแล้วจะเห็นว่าผักตบชวาปลูกได้ง่าย ขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว จะได้ผลผลิตเร็วและสะดวกต่อการสร้าง organic matter มากกว่าพืชชนิดอื่น ทั้งนี้เพราะในพื้นที่ 1 ตารางเมตรนั้นผักตบชวาจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจนเจริญได้เต็มที่แล้ว แต่พืชชนิดอื่นเช่น ธูปฤาษี (*Typha latifolia*) จะค่อย ๆ เจริญขึ้นไปเรื่อย ๆ และจะสะสม organic matter ได้มากกว่าเพราะต้นโตกว่า แต่ถ้าปลูกผักตบชวากับต้นธูปฤาษีในพื้นที่กว้าง ๆ เท่ากัน จะพบว่าผักตบชวาเจริญได้เร็วและสร้าง organic matter ได้เร็วกว่า

ในระยะแรกของการเจริญเติบโตผักตบชวาจะเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว โดยการแตกไหลออกไปเจริญเป็นต้นใหม่ จากผลการศึกษาการแตกกอของผักตบชวาของ Holm et al. (1969) พบว่าจากผักตบชวา 2 ต้น จะแตกกอให้ต้นใหม่ 30 ต้นในเวลา 23 วัน และเวลา 4 เดือนจะได้ต้นใหม่มีจำนวนถึง 1200 ต้น จะเห็นว่าอัตราการแตกกอจากผลการทดลองของ Holm et al. (1969) ใกล้เคียงกับอัตราการแตกกอที่ได้จากการทดลองนี้มากตามตารางที่ 3 แสดงว่าในเวลา 21 วัน ผักตบชวา 1 ต้นจะเพิ่มจำนวนเป็น 14.3 ต้นโดยเฉลี่ย

เมื่อผักตบชวาเพิ่มจำนวนต้นจนเต็มตารางไม้ไผ่แล้วจะเจริญในด้านขนาดและส่วนสูงจนเบียดกันแน่นในตารางไม้ไผ่นั้น เมื่อผักตบชวาเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว ต้นหรือส่วนที่แก่แล้วจะเริ่มตาย ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของผักตบชวาลดลงตามตารางที่ 1 ตามปกติแล้วผักตบชวาจะมีการเจริญเติบโตและการตายไปของส่วนที่แก่ตลอดเวลา แต่ในระยะแรกนั้นอัตราของการเจริญเติบโตจะสูงกว่าอัตราการตายมาก ดังนั้นจึงเห็นอัตราการเจริญเติบโตสูงมากในระยะแรก ต่อมาอัตราการเจริญจะค่อย ๆ ลดลงเพราะมีขนาดตารางไม้ไผ่ไปจำกัดการเจริญเติบโต ดังนั้นจึงทำให้อัตราการตายของผักตบชวาสูงกว่าอัตราการเจริญเติบโต ทำให้อัตราการเจริญเติบโตที่วัดได้ลดลง ซึ่งในระยะนี้จะมีบางส่วนของผักตบชวาที่แก่ตายและเน่าทำให้มีกลิ่นเหม็นทับถมลงสู่ก้นสระน้ำ ทำให้น้ำในสระเสียและมีกลิ่นเหม็นด้วย

ในระยะที่ผักตบชวากำลังมีการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์อย่างรวดเร็วนั้น ผักตบชวาย่อมต้องการ mineral nutrients ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตในปริมาณที่สูง ดังนั้นจะเป็นระยะที่ผักตบชวาดูดเอา mineral nutrients จากน้ำไปใช้ในการเจริญเติบโตในปริมาณที่มากและรวดเร็วด้วย แต่พอผักตบชวาเจริญเติบโตเต็มที่ความต้องการ mineral nutrients ของผักตบชวาก็จะลดลงด้วย ทำให้อัตราการดูด mineral nutrients จากน้ำลดลงด้วย จากการทดลองพบว่าในเวลาที่เริ่มปลูกผักตบชวาซึ่งมีน้ำหนักแห้งหรือ organic matter 31.03 กรัมนั้น จะมีไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมอยู่เป็นปริมาณ 0.581, 0.134 และ 1.112 กรัมตามลำดับ หลังจากผักตบชวาเจริญเติบโตไปได้ 105 วันในพื้นที่ 1 ตารางเมตร พบว่าปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมเพิ่มขึ้นเป็น 26.412, 6.390 และ 122.918 กรัมตามลำดับ จะเห็นว่าในพื้นที่ 1 ตารางเมตร ผักตบชวาสามารถที่จะดูดเอาแร่ธาตุทั้ง 3 ตัวนี้เอาไปใช้ในการเจริญเติบโตสร้าง organic matter ได้อย่างมากมาย และปริมาณแร่ธาตุทั้ง 3 ที่ผักตบชวาดูดเข้าไปจะเพิ่มขึ้นตามอัตราของการเจริญเติบโต เมื่อการเจริญเติบโตลดลงปริมาณแร่ธาตุที่ผักตบชวาดูดเข้าไปก็ลดลงด้วยตามตารางที่ 6

ผักตบชวามีความสามารถในการใช้ solar energy ไปสร้าง organic matter โดยขบวนการสังเคราะห์แสงได้อย่างรวดเร็ว และในการสร้าง organic matter นี้ ผักตบชวาต้องใช้ inorganic compounds เป็นวัตถุดิบในการสร้าง และ inorganic compounds ที่ผักตบชวาใช้คือน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ และ mineral nutrients ต่าง ๆ ผักตบชวาได้คาร์บอนได-ออกไซด์จากอากาศ ส่วนพวก mineral nutrients นั้นจะดูดจากน้ำที่ผักตบชวาเจริญอยู่ จากการทดลองพบว่าผักตบชวาสามารถที่จะดูดเอาไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียม ในน้ำเข้าไปสะสมไว้ในต้นได้เป็นจำนวนมากกว่าที่มีในน้ำตามตารางที่ 4 และ 5 ดังนั้นถ้าจะใช้ผักตบชวาช่วยในการกำจัดหรือแก้น้ำเสียก็อาจจะช่วยได้เพราะผักตบชวาที่เจริญในแหล่งน้ำใดก็อาจจะช่วยลดปริมาณ inorganic matter ของแหล่งน้ำนั้น โดยรากของผักตบชวาจะดูดไปใช้ในการเจริญเติบโตซึ่งผักตบชวาเจริญรวดเร็วมากและมีกำลังผลิตสูงมาก ทำให้ปริมาณของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ในน้ำลดลงได้ด้วย ซึ่ง Boyd (1970) พบว่าตัวการที่ทำให้เกิดน้ำเสียนั้นเป็นเพราะมีปริมาณ inorganic nutrients โดยเฉพาะพวกไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมากเกินไป และเขาพบว่าผักตบชวาสามารถที่จะดูดเอาไนโตรเจนและฟอสฟอรัสออกจากน้ำเพื่อเอาไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ นอกจากนี้ผักตบชวายังดูดเอา nutrients อื่น ๆ ที่ช่วยในการเจริญเติบโตอีกด้วย เป็นการลดระดับความเข้มข้นของ mineral nutrients ในน้ำ ให้ต่ำลงได้มากด้วย

Miner, Wooten และ Dodd (1970) ได้ทำการทดลองใช้ผักตบชวาดูดเอาของเสียออกจากน้ำเสียพบว่าถ้าน้ำเสียมีความเข้มข้นมากเกินไปผักตบชวาจะไม่เจริญ แต่เมื่อทำให้น้ำเสียนั้นเจือจางลงแล้วจะทำให้ผักตบชวาที่ปลูกเจริญได้ดีและผักตบชวาสามารถทำให้น้ำเสียน้อยลงโดยจะดูดเอาพวก nutrients และ organic matter บางส่วนออกมาจากน้ำเสีย

Sinha และ Sinha (1969) ได้ทดลองใช้ผักตบชวาดูดของเสียออกจากน้ำที่ปล่อยออกมาจากโรงงานน้ำตาล พบว่าผักตบชวาสามารถใช้ของเสียที่ปล่อย

ออกมากับน้ำจากโรงงานน้ำตาลได้ นอกจากนี้เขายังพบว่าผักตบชวาไปเพิ่มอัตราของ biological oxidation ของน้ำเสีย

ดังนั้นถ้าผักตบชวาช่วยดูดเอาไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ออกจากน้ำเสียได้บ้าง ก็จะทำให้น้ำดีขึ้น ถ้าเอาผักตบชวามาปลูกในน้ำเสียเพื่อแก้น้ำเสียก็จะได้ประโยชน์มาก เพราะนอกจากจะแก้น้ำเสียแล้ว ผักตบชวายังช่วยลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และเพิ่มปริมาณออกซิเจนในอากาศจากการสังเคราะห์แสงอีกด้วย ทำให้บรรยากาศบริเวณที่ผักตบชวาขึ้นอยู่มีปริมาณออกซิเจนเพิ่มขึ้น และคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง Boyd (1970) พบว่าผักตบชวาเหมาะที่จะใช้เป็นพืชสำหรับดูดเอา nutrients ออกจากน้ำเสียได้ดีกว่าพืชอื่น ๆ หลังจากได้ทดลองกับพืชอีกหลายชนิด เช่น ธูปฤาษี และผักเป็ดน้ำ และการเจริญของผักตบชวานั้นไม่ต้องอาศัยที่ยึดเกาะเพียงแต่ลอยอยู่ที่ผิวน้ำก็เจริญได้ดี และการนำไปทำลายหรือทำประโยชน์อย่างอื่นก็สะดวกกว่าพืชอื่นด้วย

ผักตบชวาที่เก็บขึ้นจากน้ำเสียนั้นสามารถที่จะนำไปใช้เป็นประโยชน์ได้มากมาย เช่น นำไปทำปุ๋ย เพราะในผักตบชวามีแร่ธาตุที่จำเป็นต้องการเจริญเติบโตของพืชในปริมาณสูง จากการศึกษาของ Abdalla และ Abdel Hafeez (1969) พบว่าไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมในผักตบชวามีปริมาณ 1.04, 0.84 และ 2.21 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแห้งตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าได้ค่าแตกต่างจากการทดลองนี้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าผักตบชวาที่ใช้ในการวิเคราะห์นั้นเจริญเติบโตอยู่ในที่ที่มีสิ่งแวดล้อมแตกต่างกัน เช่น น้ำ การที่ผักตบชวาขึ้นอยู่ในน้ำที่มีแร่ธาตุต่าง ๆ อยู่มากหรือน้อยต่างกันเพียงเล็กน้อยก็สามารถทำให้ปริมาณแร่ธาตุเหล่านั้นที่ผักตบชวาดูดเข้าไปแตกต่างกันไปด้วย จึงอาจทำให้ผลการวิเคราะห์แตกต่างกันไป นอกจากนี้สภาพสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิและแสง ก็มีส่วนทำให้การเจริญเติบโตแตกต่างกัน ผลของการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันจะทำให้ผักตบชวามีความสามารถในการดูดแร่ธาตุได้ไม่เท่ากันด้วย หรืออาจจะเป็นเพราะวิธีการวิเคราะห์ที่ Abdalla และ Abdel Hafeez (1969) ใช้แตกต่างจากการทดลองนี้ก็ได้ แต่จากการวิเคราะห์ของ Boyd (1969) ซึ่งได้ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมเป็น 2.5, 0.43 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแห้งตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการวิเคราะห์นี้ ตามตารางที่ 5 ในระยะเวลา 15 วัน จะเห็นว่าปริมาณแร่ธาตุทั้ง 3 ตัว มีปริมาณใกล้

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เคียงกับปริมาณที่ได้จากการทดลองของ Boyd (1969) มาก ได้มีผู้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ที่มีอยู่ในผักตบชวาและที่มีอยู่ในพืชชนิดอื่นหลายชนิดตามตารางที่ 7 จะเห็นได้ว่าผักตบชวามีความสามารถที่จะดูดเอาฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมไปเก็บสะสมไว้ในต้นในปริมาณที่สูงกว่าพืชชนิดอื่น ๆ มาก ดังนั้นถ้านำเอาผักตบชวามาปลูกในน้ำที่มีฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมในปริมาณที่สูง ผักตบชวาก็จะช่วยดูดเอาแร่ธาตุทั้ง 2 นี้ไปเก็บสะสมไว้ในต้นซึ่งจะทำให้ปริมาณแร่ธาตุทั้ง 2 ที่มีอยู่ในน้ำลดลง และถ้าคิดจะเอาผักตบชวาไปแก้น้ำเสียดังที่กล่าวแล้วนั้นจะต้องเก็บผักตบชวาขึ้นเมื่อผักตบชวาจะเจริญเต็มที่หรือก่อนที่จะเริ่มมีบางส่วนตายทับถมลงไปทำให้น้ำเสียและก่อให้เกิดความตื้นเขินด้วย และควรจะมีการทดลองและวิจัยสิ่งต่อไปนี้ก่อนคือ

1. ต้องทดลองดูก่อนว่าผักตบชวาสามารถจะขึ้นได้ในน้ำเสียชนิดนั้นหรือไม่ เพราะผักตบชวาเป็นสิ่งที่มีชีวิต ดังนั้นอาจไม่สามารถเจริญได้ในน้ำเสียทุกชนิดเพราะบางชนิดอาจมีสารที่เป็นอันตรายต่อผักตบชวามากเกินไป ทำให้ไม่สามารถจะเจริญได้ หรือบางทีน้ำเสียมีความเข้มข้นของสารต่าง ๆ มากเกินไปผักตบชวาก็ไม่สามารถเจริญได้ ซึ่งอาจต้องมีการทำให้น้ำเสียเจือจางลง เพื่อให้ผักตบชวาสามารถเจริญได้

2. ตรวจสอบดูเป็นระยะ ๆ ว่าปริมาณแร่ธาตุและสารต่าง ๆ ที่เป็นสาเหตุของน้ำเสียลดปริมาณลงหรือไม่ในขณะที่ผักตบชวาเจริญอยู่

3. ตรวจสอบดูเป็นระยะ ๆ ว่าปริมาณแร่ธาตุและสารต่าง ๆ ที่เป็นสาเหตุของน้ำเสียในผักตบชวาเพื่อดูว่าผักตบชวาดูดเอาไปใช้ได้รวดเร็วเพียงใด หรือว่าผักตบชวาไม่ได้ดูดเอาไปใช้เลย แต่แร่ธาตุและของเสียเหล่านั้นตกตะกอนหรือถูกทำลายไปโดยวิธีอื่น ซึ่งผักตบชวาอาจเป็นตัวช่วยทางอ้อมก็ได้

การเก็บผักตบชวาขึ้นจากน้ำเสียต้องทดลองให้พอดีกับปริมาณน้ำเสียที่ถูกปล่อยออกมา และพื้นที่ที่ปลูกซึ่งจะต้องแบ่งเก็บสลับกันไปเรื่อย ๆ และจะต้องเก็บขึ้นในปริมาณและระยะเวลาที่แน่นอนสม่ำเสมอด้วย และการทดลองนี้จะต้องคำนึงถึงปริมาณและความเข้มข้นของเสียที่อยู่ในน้ำเสียที่ปล่อยออกจากโรงงาน พื้นที่ผิวน้ำที่จะปลูกผักตบชวา

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบปริมาณของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ในพืชชนิดต่าง ๆ

ชนิดของพืช	เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแห้ง		
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โปแตสเซียม
1. Water hyacinth	1.72	0.38	5.74
2. Water hyacinth	1.04	0.84	2.21
3. Water hyacinth	2.50	0.43	4.50
4. Water hyacinth	2.64	0.43	4.25
5. *Pistia stratiotes*	2.10	0.30	3.50
6. *Hydrilla sp.*	2.70	0.27	3.00
7. *Justicia americana*	2.02	0.12	3.28
8. *Alternanthera philoxeroides*	2.87	0.32	5.20
9. *Typha latifolia*	1.37	0.21	2.38
10. Alfalfa	2.37	0.24	2.05
11. Barley	1.17	0.23	1.35
12. Banana leaves	2.60	0.45	3.30
13. Peanut hay	1.62	1.29	1.29

(1) result form this report

(2) result form Abdalla and Hafeez

(3) - (9) result form Boyd

(10) - (13) result form Morrison

ระยะเวลาและปริมาณของผักตบชวาที่จะเก็บขึ้น ซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะต้องมีความสมดุลย์และเกี่ยวข้องกันจึงจะได้ผล ถ้าอย่างใดอย่างหนึ่งไม่สมดุลย์ก็ไม่สามารถช่วยแก้ปัญหาน้ำเสียได้

ปริมาณไนโตเจน ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียม ในผักตบชวาที่ได้จากการทดลองตามตารางที่ 5 แสดงว่าปริมาณไนโตรเจนจะมีมากในระยะแรกของการเจริญเติบโต ซึ่งในระยะนี้ผักตบชวาจะมีอัตราของการเจริญเติบโตสูงมาก และเป็นระยะที่ผักตบชวากำลังเพิ่มจำนวนต้น ไนโตรเจนเป็นธาตุที่จำเป็นต่อพืชมากเพราะไนโตรเจนจะเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโปรตีนและคลอโรฟิลล์ และในระยะที่ผักตบชวากำลังเจริญเติบโตและขยายพันธุ์อย่างรวดเร็วนั้นจะต้องมีการสร้างโปรตีนและคลอโรฟิลล์อย่างรวดเร็วและในปริมาณที่มากด้วยซึ่งในการสร้างโปรตีนและคลอโรฟิลล์นั้นก็จำเป็นต้องใช้ไนโตรเจนในปริมาณที่มากด้วย ดังนั้นในระยะที่ผักตบชวากำลังขยายพันธุ์โดยการแบ่งเซลสร้างไหลและต้นใหม่ขึ้นจะมีปริมาณไนโตรเจนสูง ต่อมาปริมาณไนโตรเจนจะค่อย ๆ ลดลงจนกระทั่งผักตบชวาเจริญเติบโตเต็มที่จึงหยุดแล้วจะคงที่ต่อไป ซึ่งแสดงว่าในขณะที่ผักตบชวาเจริญเติบโตในด้านส่วนสูงและขนาดนั้น อัตราการแบ่งเซลของผักตบชวาจะลดลงแต่เซลต่าง ๆ จะมีการยืดตัวและขยายตัวเพิ่มขึ้น และเซลต่าง ๆ จะมีการสร้างผนังเซลเพิ่มขึ้นเพื่อให้เกิดความแข็งแรงแก่ผักตบชวาในการที่จะยืดตัวสูงขึ้น ดังนั้นปริมาณเซลลูโลสจะเพิ่มขึ้นแต่ปริมาณโปรตีนหรือโปรโตปลาสซึมอาจเพิ่มเล็กน้อย ทำให้เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนต่อน้ำหนักแห้งลดลง พอผักตบชวาเจริญเติบโตเต็มที่แล้วอัตราการสร้างผนังเซลหรือเซลลูโลสและโปรตีนกับคลอโรฟิลล์จะคงที่ ทำให้ปริมาณไนโตรเจนต่อน้ำหนักแห้งที่ได้คงที่เช่นกัน

ปริมาณฟอสฟอรัสจะมีค่าเกือบคงที่ตลอดการเจริญเติบโตของผักตบชวาดังตารางที่ 5 ความสำคัญของฟอสฟอรัสที่มีต่อเซลพืชคือมีความสำคัญต่อขบวนการเมตะโบลิซึมต่าง ๆ มาก ในระยะแรกของการเจริญเติบโตของผักตบชวานั้น ผักตบชวาจะมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงกว่าในขณะที่ผักตบชวาเจริญเติบโตเกือบเต็มที่แล้ว พอผักตบชวาเจริญเติบโตเต็มที่แล้วจะมีปริมาณฟอสฟอรัสต่อน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่าในขณะ

ที่ผักตบชวากำลังเจริญเติบโตและมีการแบ่งเซลสร้างไหลและต้นใหม่อย่างรวดเร็วนั้น เซลต่าง ๆ ของผักตบชวาจะมีเมตะโบลิซึมสูงมากเพราะว่าในระยะนี้ภายในเซลของผักตบชวาจะมีอัตราการสร้าง (anabolism) สารและสิ่งที่จำเป็นต่อการเจริญสูงมาก และอัตราการทำลาย (catabolism) สารที่ให้พลังงานซึ่งได้จากการสังเคราะห์แสงของผักตบชวาเพื่อให้ได้พลังงานมาใช้ในการเจริญเติบโตก็จะสูงด้วย ดังนั้นในระยะแรกของการเจริญเติบโตของผักตบชวานี้จะมีฟอสฟอรัสในปริมาณที่สูง พอผักตบชวาเจริญเติบโตจนเกือบเต็มที่อัตราการสร้างและการทำลายเพื่อการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจะลดลง แต่จะมีการสร้างและสะสมสารพวกเซลลูโลสและผนังเซลเพิ่มมากขึ้นจนกระทั่งผักตบชวาเจริญเติบโตเต็มที่จึงทำให้เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสต่อน้ำหนักแห้งน้อยที่สุดในระยะที่ผักตบชวาเจริญเติบโตเต็มที่

ปริมาณโปแตสเซียมจะพบว่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะแรกจนกระทั่งถึงระยะที่ผักตบชวาเจริญเติบโตเต็มที่ก็จะลดลง ความสำคัญของโปแตสเซียมที่มีต่อผักตบชวาคือช่วยสร้างคลอโรฟิลล์และเป็นตัวช่วยการทำงานของเอ็นไซม์ นอกจากนั้นขบวนการเมตะโบลิซึมของโปรตีนต้องมีโปแตสเซียมด้วยจึงจะเกิดได้ดี ดังนั้นจะเห็นว่าในขณะที่ผักตบชวากำลังเจริญเติบโตจะมีการสร้างคลอโรฟิลล์และมีขบวนการสร้างอื่น ๆ อีกซึ่งต้องใช้เอ็นไซม์และต้องการโปแตสเซียมมาช่วยทั้งนั้น ดังนั้นในระยะนี้ผักตบชวาจึงมีปริมาณโปแตสเซียมสูง ต่อมาเมื่อผักตบชวาเจริญเติบโตเต็มที่ การสร้างคลอโรฟิลล์และขบวนการสร้างต่าง ๆ จะลดลงความต้องการโปแตสเซียมก็จะลดลงด้วย จึงทำให้ปริมาณโปแตสเซียมในผักตบชวาลดลงในขณะที่ผักตบชวาเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว

ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมในน้ำในสระที่ปลูกผักตบชวาพบว่ามีปริมาณน้อยมากและปริมาณเหล่านี้จะเพิ่มขึ้นเมื่อเวลามีฝนตกเพราะน้ำฝนจะไหลพาเอาแร่ธาตุต่าง ๆ จากบนดินลงไปในสระน้ำ แม้ว่าปริมาณแร่ธาตุทั้ง 3 ตัวนี้จะมีน้อยมาก แต่ผักตบชวาก็สามารถนำเอาไปใช้ได้โดยขบวนการ active absorption นำไปสร้างส่วนต่าง ๆ เพื่อการเจริญเติบโต จึงทำให้ปริมาณที่พบในผักตบชวาสูงกว่าปริมาณที่พบในสระน้ำมาก

จากการศึกษานี้พบว่าในระยะแรกของการทดลอง ปริมาณไนโตรเจนในน้ำที่ปลูกผักตบชวามี 18.33 ug/lit หรือปริมาณ 0.018 ppm. และปริมาณไนโตรเจนที่มีอยู่ในผักตบชวา (แห้ง) 1.871 เปอร์เซ็นต์ หรือประมาณ 18710 ppm. แต่ผักตบชวาจะมีน้ำหนักแห้งหรือ organic matter ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด ดังนั้นในผักตบชวาสดจะมีไนโตรเจนประมาณ 935 ppm. . เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนที่มีอยู่ในผักตบชวาขณะที่กำลังเจริญเติบโตอยู่กับปริมาณไนโตรเจนที่มีอยู่ในน้ำที่ปลูกผักตบชวา จะเห็นว่าปริมาณไนโตรเจนในผักตบชวาจะมีมากกว่าในน้ำประมาณ 50,000 เท่า และในทำนองเดียวกันปริมาณฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่มีอยู่ในต้นผักตบชวาในระยะแรกของการทดลองก็พบว่ามีมากกว่าที่มีอยู่ในน้ำ 31,000 และ 32 เท่าตามลำดับ และถ้าเปรียบเทียบปริมาณของแร่ธาตุทั้ง 3 นี้ในระยะต่าง ๆ ของการทดลองก็พบว่าโดยเฉลี่ยแล้วปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมในผักตบชวาจะมีมากกว่าในน้ำที่ปลูกผัก–ตบชวาประมาณ 50,000; 30,000 และ 50 เท่าตามลำดับ จะเห็นได้ว่าผักตบชวามีความสามารถในการดูดเอาแร่ธาตุทั้ง 3 นี้มาใช้ในการเจริญเติบโตและสะสมไว้ในต้นได้เป็นปริมาณมาก

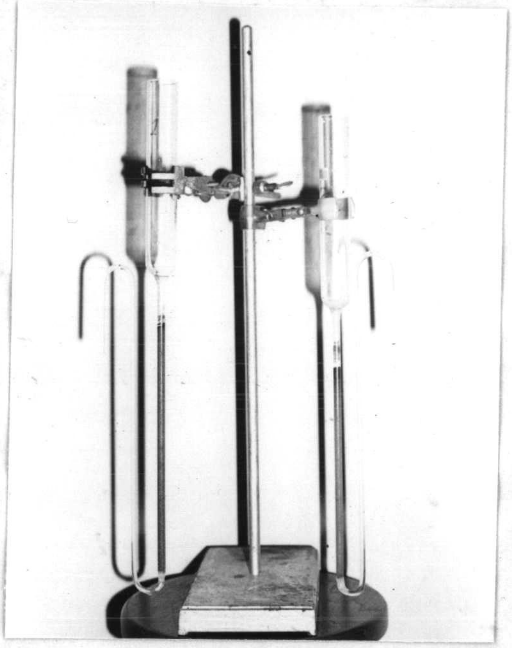
การที่มีแร่ธาตุทั้ง 3 นี้ในปริมาณที่สูงดังได้กล่าวมาแล้ว จึงน่าจะนำผักตบชวามาเป็นประโยชน์ในการทำเป็นปุ๋ย เพิ่มแร่ธาตุเหล่านี้ให้กับดินเพื่อใช้เพาะปลูกได้ประโยชน์อีกมาก ดังนั้นสิ่งที่ควรจะทำการทดลองต่อไปก็คือ นำผักตบชวาที่นำขึ้นจาก สระน้ำทำให้แห้งนำมาใช้ทดลองในปริมาณต่าง ๆ กัน เพื่อผสมกับดินหรือทราย ปลูกพืช เพื่อดูผลที่จะได้จากการทดลองหากได้ผลก็จะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายเรื่องปุ๋ยได้มาก ฯลฯ

จากที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดพอสรุปได้ว่า ผักตบชวามีประโยชน์ต่อธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเหมือนกันถ้าหากรู้จักวิธีควบคุมและใช้ให้เป็นประโยชน์ ดังนั้นในแหล่งน้ำต่าง ๆ ที่ยังว่างเปล่าไม่ได้ใช้ประโยชน์อะไร เมื่อมีผักตบชวาขึ้นก็ไม่ควรทำลายเสียหมดเลยทีเดียว ควรจะควบคุมปริมาณและคอยเก็บขึ้นจากแหล่งน้ำนั้นเอาไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นก่อนที่ผักตบชวาจะแก่และตายทับถมลงในแหล่งน้ำนั้น ซึ่งจากการที่ผักตบชวามีกำลังผลิตสูงและเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วนี้จะมีประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมมนุษย์อย่างมากมายทีเดียว

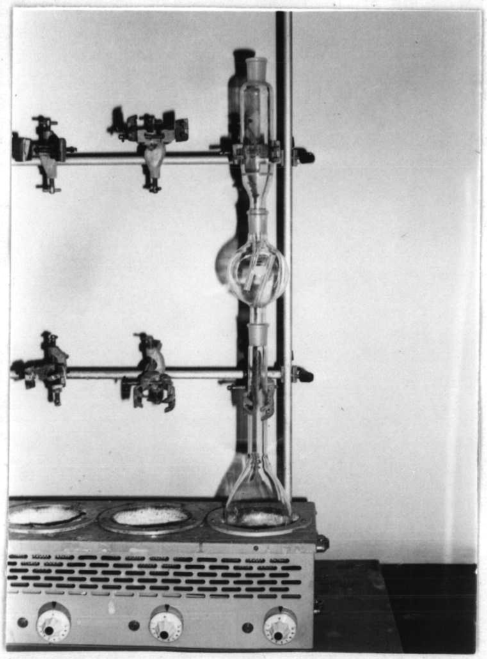
หอสมุดกลาง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 13 Spectrophotometer

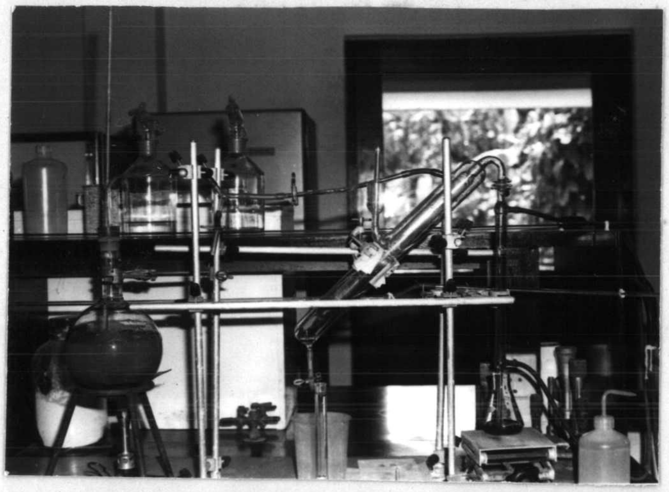
ภาพที่ 14 Flame Photometer



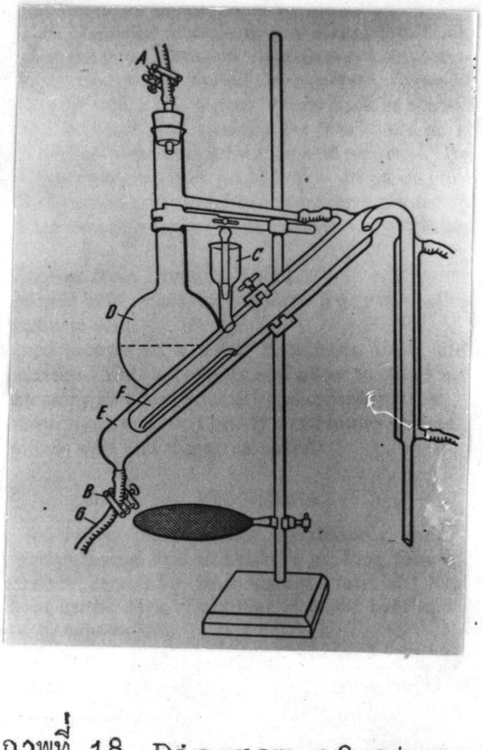
ภาพที่ 15 Nitrate Reduction Column



ภาพที่ 16 เครื่องมือ digest หาปริมาณไนโตรเจน



ภาพที่ 17 Steam distillation apparatus for determination of total nitrogen



ภาพที่ 18 Diagram of steam distillation apparatus for determination of total nitrogen