เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, สำนักงาน. 2520. "ผักตบชวา," เอกสารจัดทำเพื่อใช้ประกอบในการอบรมวิทยากรในโครงการป้องกันกำจัดผักตบชวาทั่วราชอาณาจักร. สำนักงานคณะกรรมการบริหารลูกเสือแห่งชาติ. 47 หน้า.

เต็ม สมิตินันท์. 2530. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย ชื่อพฤกษศาสตร์ - ชื่อพื้นเมือง. กรมป่าไม้ กรุงเทพ: ฟันนี่พลับบลิชชิ่ง.

ทิพย์วัลย์ คำเหมือง, ศุภลักษณ์ ศรีจารนัย และเฉลิม เรืองวิริยะชัย. 2530. การตรวจสอบส่วนประกอบทางเคมีของผักตบชวา. ว.วิทย.มข. 15: 180-186.

เทพชู ทับทอง. 2520. "ผักประวัติศาสตร์," ไทยรัฐ. 17 ตุลาคม 2520.

ปรัชญา ธัญญาดี. 2529. "การทำและใช้ปุ๋ยหมักจากผักตบชวา," เอกสารเผยแพร่. กรมพัฒนาที่ดิน บางเขน.

ผักตบชวา โรคปวดหัวของมหาดไทย. 2526. สยามรัฐสัปดาห์วิจารณ์. 31: 18-23.

รัชนี วีรพลิน. 2531. สวนผักลอยน้ำหรือปลูกผักบนผักที่จุฬาฯ. เกษตรวันนี้. 79: 17-21.

วุฒิชัย นาครักษา. 2526. "การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของพันธุ์ถั่วเขียวที่เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศุภจิต มโนพิทักษ์. 2524. พลังงานดอกไม้: แหล่งพลังงานใหม่ที่รุดหน้า. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 1: 26-34.

สมัคร ยิ่งยง. 2519. การเพาะเห็ดฟางโดยใช้ผักตบชวาเป็นอาหารเสริม. เห็ดวิทยา. 1: 20-21.

สุรพล สายพานิช. 2529. "ประโยชน์ของผักตบชวาทางด้านการเกษตรและวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม," เอกสารประกอบการบรรยาย การประชุมวิชาการวัชพืชแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 2, 6-9 พฤษภาคม. จันทบุรี.

อรพิน ชัยประสพ. 2531. " การปรับปรุงสมบัติการใช้ประโยชน์ของโปรตีนถั่วเหลืองและถั่วเขียว," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาษาอังกฤษ

Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 1984. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 14 th ed. Washington : Association of Official Analytical Chemists .

Arkcoll, D.B., and Holden, M. 1973. Changes in chloroplast pigments during the preparation of leaf protein. J. Sci. Fd. Agric. 24: 1217-1227.

Baraniak, B., Baraniak, A., and Bubiez, M. 1985. Fractionation of alfalfa juice protein to chloroplastic and cytoplasmic leaf protein concentrates by application of polyelectrolytes. Proceedings of the 2nd International Conference on Leaf Protein Research, pp. 231-232. Nagoya and Kyoto, Japan.

Betschart, A., and Kinsella, J.E. 1973. Extractability and solubility of leaf protein. J. Agric. Food Chem. 21:60-65.

Bray, W.J., Humphries, C., and Ineritei, M.S. 1978. The use of solvents to decolorise leaf protein concentrate. J. Sci. Fd. Agric. 29: 165-171.

Buddhari, W., Virabalin, R., and Aikamphon, K. 1984. Effects of external lead concentration on the uptake and distribution of lead in plants. Proceedings of the International Conference on water hyacinth, Feb. 7-11, 1983. pp. 379-385. Hyderabad, India. Nairobi: United Nations Environment Programme.

Byers, M. 1961. Extraction of protein from the leaves of some plants growing in Ghana. J. Sci. Fd. Agric. 12: 20-30.

_____. 1983. Extracted leaf proteins:their amino acid composition and nutritional quality. In Telek, L., and Graham, H.D. Leaf protein concentrates, pp. 135-175. Westport: AVI Publishing Company.

Carlsson, R. 1985. An ecologically better adapted agriculture wet fractionation of biomass as green crops, macro-algae and tuber crops. Proceedings of the 2nd International Conference on leaf Protein Research, pp. 19-23. Nagoya and Kyoto, Japan.

Carlsson, R. 1989. Green biomass of native plants and new, cultivated crops for multiple use: food, fodder, fuel, fibre for industry, phytochemical products and medicine. In Wickens, G.E., Haq, N., and Day, P. New crops for food and industry. London: Chapman and Hall.

Chakrabarti, S. 1985. Studies on biochemical composition and nutritive value of four different types of crops. Proceedings of the 2nd International Conference on Leaf Protein Research, pp. 233-235. Nagoya and Kyoto, Japan.

Chayen, I.H., Smith, R.H., Tristram, G.R., Thirkell, D. and Webb, T. 1961. The isolation of leaf components. J. Sci. Fd. Agric. 12: 502-512.

Chibnall, A.C. 1964. Protein matabolism in the plant. New Haven and London: Yale University Press.

Datta, R.K., Chakrabarty, P.R., Guha, B.C. and Ghosh, J.J. 1966. Protein concentrates from leaves of water hyacinth. Indian J. Appl. Chem. 29: 7-13.

de Fremery, D., Miller, R.E., Edwards, R.H., Knuckles, B.E., Bickoff, E.M. and Kohler, G.D. 1973. Centrifugal seperation of white and green protein fractions from alfalfa juice following controlled heating. J. Agric. Food Chem. 21: 886-889.

Edwards, R.H., Miller, R.E., de Fremery, D., Knuckles, B.E., Bickoff, E.M., and Kohler, G.D. 1975. Pilot plant production of an edible white fraction leaf protein concentrate from alfalfa. J. Agric. Fd. Chem. 23: 620-626.

Galoppini, C. and Fiolentini, R. 1985. Leaf protein as human food. Proceedings of the 2nd International Conference on leaf Protein Research, pp. 50-57. Nagoya and Kyoto, Japan.

Gerloff, E.D., Lima, I.H. and Stahmann, M.A. 1965. Amino acid composition of leaf protein concentrates. J. Agric Food Chem. 13: 139-143.

Gopal, B., and Sharma, K.P. 1981. Water hyacinth. Delhi: Hindasia Publishers.

Heath, S.B. 1978. The production of leaf protein concentrates from forage crops. In Norton, G. Plant proteins. London: Butterworth.

Holden, M. 1983. Pigments in leaf protein concentrates. In Telek, L., and Graham, H.D. Leaf protein concentrates. Westport: AVI Publishing Company.

Lehninger, A.L. 1977. Biochemistry. (2nd ed.). New York: Worth Publishers, Inc.

Lu, P.S. and Kinsella, J.E. 1972. Extractability and properties of protein from alfalfa leaf meal. J. Fd. Sci. 37: 94-99.

McDonald, R.C., and Wolverton, B.C. 1980. Comparative study of wastewater lagoon with and without water hyacinth. Econ. Bot. 34: 101-110.

Makino, S. and Kayama, R. 1985. Compositional and functional characteristics of white clover LPC' prepared under various conditions. Proceeding of the 2nd International Conference on Leaf Protein Research, pp. 251-253. Nagoya and Kyoto, Japan.

Meksongsee, L. 1984. Determination of protein, fat and nucleic acids in water hyacinth. Proceedings of the International Conference on water hyacinth, Feb. 7-11, 1983, pp. 374-378. Hyderabad India. Nairobi: United Nations Environment Programme.

Mohan, M., and Srivastava, G.P. 1985. Biochemical composition and nutritive value of unfractionated and fractionated chloroplastic and cytoplasmic leaf proteins from Sesbania grandiflora (August tree). Proceedings of the 2nd International Conference on Leaf Protein Research, pp. 245-247. Nagoya and Kyoto, Japan.

Morrison, J.E. and Pirie, N.W. 1961. The large-scale production of protein from leaf extracts. J. Sci. Fd. Agric. 12: 1-5.

Nagy, S., Talek, L., Hall, N.T. and Berry, R.E. 1978. Potential food uses for protein from tropical and subtropical plant leaves. J. Agric. Food Chem. 26: 1016-1028.

Oelshlegel, F.J., Schroeder, J.R. and Stahmann, M.A. 1969. Potential for protein concentrates from alfalfa and waste green plant material. J. Agric. Food Chem. 17: 791-795.

Pirie, N.W. 1966. Leaf protein as a human food. Science. 152: 1701-1705.

_____. 1971. Leaf protein: its agronomy, preparation, quality and use. IBP handbook No.20. Oxford: Blackwell Scientific Publications.

_____ . 1975. Leaf protein : a beneficiary of tribulation. Nature. 253: 239-241.

Ramappa, B.S. 1985. Leaf protein research in tropical countries including India. Proceeding of the 2nd International Conference on leaf Protein Research, pp. 116-126. Nagoya and Kyoto, Japan.

Salisbury, F.B. and Ross, C.W. 1992. Plant physiology. 4th ed. California: Wadsworth Publishing Company.

Srivastava, G.P. and Mohan, M. 1985. Biochemical composition and nutritive value of Morus alba leaf protein concentrates prepared by different methods of coagulation. Proceeding of the 2nd International Conference on Leaf Protein Research, pp. 251-253. Nagoya and Kyoto, Japan.

_____., and Singh, A.K. 1985. Effect of extractants on leaf protein yields from different cuttings of berseem (Trifolium alexandrinum L.). Proceeding of the 2nd International Conference on leaf Protein Research, pp. 254-255. Nagoya and Kyoto, Japan.

Subba Rau, B.H., Mahadeviah, S. and Singh, N. 1969. Nutritional studies on whole-extract coagulated leaf protein and fractionated chloroplastic and cytoplasmic proteins from lucerne (Medicago sativa). J. Sci. Fd Agric. 20: 355-358.

_____., Ramana, K.V.R. and Singh, N. 1972. Studies on nutritive value of leaf proteins and some factors affecting their quality. J. Sci. Fd. Agric. 23:233-245.

Subba Rau, B.H., and Singh, N. 1970. Studies on nutritive value of leaf protein from (Medicago sativa): part II - effect of precessing conditions. Indian J. Exp. Bio. 8:34-36.

Tasaki, I. 1985. Progress in researches on nutritive value of leaf protein concentrate and its by-product in Japan. Proceedings of the 2nd International Conference on Leaf Protein Research, pp. 101-108. Nagoya and Kyoto, Japan.

Telek, L., and Martin, F.D. 1983. Tropical plants for leaf protein concentrates. In Telek, L., and Graham, H.D. Leaf protein concentrates. Westport: AVI Publishing Company.

Vieira, E.C. 1983. Leaf protein research in Brazil. In Telek, L., and Graham, H.D. Leaf protein concentrates. Westport: AVI Publishing Company.

Wolverton, B.C., and McDonald, R.C. 1981. Energy from vascular plant wastewater. Econ. Bot. 35: 224-232.

Woodham, A.A. 1983. The nutritional evaluation of leaf protein concentrates. In Telek, L., and Graham, H.D. Leaf protein concentrates. Westport: AVI Publishing Company.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

<u>การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน</u> (ดัดแปลงจากวิธีของ AOAC 2.057(1984))

1. ชั่งตัวอย่าง LPC แห้ง 0.2 กรัม ใส่ลงในขวดย่อย
2. เติม Kjeltabs 2 เม็ด
3. เติมสารละลายกรดซัลฟิวริก เข้มข้น 25 มิลลิลิตร
4. ย่อยตัวอย่างด้วยเครื่อง Kjeldatherm ที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที และที่อุณหภูมิ 380 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง จนกระทั่งได้สารละลายใสสีเหลืองอ่อน
5. กลั่นตัวอย่างที่ย่อยแล้วด้วยเครื่อง Vapodest I โดยใช้สารละลายโซเดียม-ไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวทำปฏิกริยา และเก็บสารที่กลั่นได้ในสารละลายกรดบอริก 4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเติม อินดิเคเตอร์ 6 หยด
6. ไตเตรทสารละลายที่กลั่นได้ด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริก เข้มข้น 0.1 นอร์แมล
7. คำนวณหาปริมาณโปรตีน ตามสูตร

$$\text{ปริมาณโปรตีน (เปอร์เซนต์น้ำหนักแห้ง)} = \frac{A \times B \times 6.25 \times 1.4}{W}$$

A = normality ของกรดซัลฟิวริก ที่ใช้ไตเตรท
B = ปริมาตรกรดซัลฟิวริก ที่ใช้ไตเตรท (มิลลิลิตร)
W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

<u>การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน</u> (ตามวิธีของ AOAC 14.0089 (1984))

1. ชั่งตัวอย่าง LPC แห้ง 0.2 กรัม ห่อด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 โดยห่อ 2 ชั้น
2. ใส่ห่อตัวอย่างใน thimble ซึ่งบรรจุในขวดสกัดที่แห้งสนิท และทราบน้ำหนักที่

แน่นอน (ก่อนใช้ขวดสกัด ต้องอบแห้งที่ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นใน desiccator แล้วชั่งน้ำหนัก)

3. เติมปิโตรเลียมอีเธอร์ ซึ่งใช้เป็นตัวสกัด 80 มิลลิลิตร ลงในขวดสกัด

4. สกัดไขมันด้วย condensation rate 5-6 หยด/วินาที เป็นเวลาประมาณ 5 ชั่วโมง โดยควบคุมอุณหภูมิของ silicone oil ซึ่งเป็นตัวถ่ายเทความร้อนให้อุปกรณ์ที่ใช้สกัดที่ 150 องศาเซลเซียส

5. กลั่นเก็บปิโตรเลียมอีเธอร์ ออกจากส่วนไขมันที่สกัดได้

6. อบขวดสกัดที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นใน desiccator แล้วชั่งน้ำหนักขวดสกัด คำนวณปริมาณไขมันดังนี้

ปริมาณไขมันที่สกัดได้(กรัม)=น้ำหนักขวดหลังสกัด(กรัม)-น้ำหนักขวดก่อนสกัด(กรัม)

$$\text{ปริมาณไขมัน (เปอร์เซนต์น้ำหนักแห้ง)} = \frac{\text{ปริมาณไขมันที่สกัดได้ (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

<u>การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า</u> (ตามวิธีของ AOAC 7.009 (1984))

1. ชั่งตัวอย่าง LPC แห้ง 0.2 กรัม ใส่ใน crucible ที่แห้งสนิทและทราบน้ำหนักที่แน่นอน

2. นำตัวอย่างเข้าเผาใน muffle furnace ที่ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

3. ทำให้เย็นใน desiccator แล้วชั่งน้ำหนัก

4. คำนวณปริมาณเถ้าดังนี้

$$\text{ปริมาณเถ้า (เปอร์เซนต์น้ำหนักแห้ง)} = \frac{\text{ปริมาณเถ้า (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

<u>การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย</u> (ดัดแปลงจากวิธีของ AOAC 7.006, 1984)

1. ชั่งตัวอย่างที่สกัดไขมันออกแล้ว ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร เติมสาร-ละลายกรดซัลฟิวริก ที่กำลังเดือด 200 มิลลิลิตร ต่อ round condenser เข้ากับบีกเกอร์เพื่อรักษาระดับของกรดให้คงที่ขณะย่อย ซึ่งใช้เวลาประมาณ 30 นาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. กรองส่วนผสมผ่านกระดาษกรองชนิดไม่มีเถ้า เบอร์ 41 ซึ่งทราบน้ำหนักแน่นอน ล้างส่วนที่ติดบนกระดาษกรองด้วยน้ำร้อนจนหมดความเป็นกรด

3. ล้างส่วนที่ติดบนกระดาษกรองลงในบีกเกอร์ ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 200 มิลลิลิตร จากนั้นย่อยต่อไปอีก 30 นาที

4. กรองส่วนผสมด้วยกระดาษกรองแผ่นเดิม แล้วล้างด้วยน้ำร้อน จนหมดความเป็นด่าง จากนั้นล้างด้วยเอธิลอัลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ 100 มิลลิลิตร

5. นำตัวอย่างพร้อมกระดาษกรอง ใส่ใน crucible สำหรับหาเถ้า ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทำให้เย็นใน desiccator แล้วชั่งน้ำหนัก

6. นำไปเผาตามวิธีการหาเถ้า และหาน้ำหนักเถ้า

7. คำนวณปริมาณเส้นใย

$$\text{ปริมาณเส้นใย (เปอร์เซนต์น้ำหนักแห้ง)} = \frac{(\text{น้ำหนักหลังจากย่อยด้วยด่าง} - \text{น้ำหนักเถ้า} - \text{น้ำหนักกระดาษกรอง})}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

<u>การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรท</u>

คำนวณในรูปของ Total by difference ด้วยการนำผลรวมขององค์ประกอบอื่น คือ โปรตีน ไขมัน เถ้า และ เส้นใย ในรูปของเปอร์เซ็นต์ ไปหักลบออกจากองค์ประกอบรวมทั้งหมดซึ่งกำหนดให้เป็น 100 เปอร์เซ็นต์ จะได้ปริมาณคาร์โบไฮเดรทตามที่ต้องการ

<u>การวิเคราะห์กรดอะมิโน</u> **ด้วยเครื่อง Anino Acid Analyzer ที่ศูนย์เครื่องมือวิจัยฯ จุฬาฯ**

การวิเคราะห์หากรดอะมิโน จะทำในเงื่อนไข single column analysis, 4-Li^+ buffer elution system, ninhydrin detection โดยวิธี Ion-exchange liquid chromatography และหาปริมาณด้วยวิธี international standard method

การเตรียมตัวอย่างก่อนวิเคราะห์ ใช้วิธีย่อยมาตรฐาน (HCl hydrolysis) ซึ่งจะหาค่าของ cystine, cysteine, methionine และ tryptophan ไม่ได้ จึงเพิ่มขั้นตอน oxidation ด้วย performic acid เพื่อหาค่าของ cystine, cysteine และ methionine เพิ่มขึ้นมาได้

เพื่อให้ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างมีค่าเชื่อถือได้ ตัวอย่างที่นำส่ง มีลักษณะดังนี้

1. ใช้ตัวอย่างปริมาณมากเกินพอ ประมาณ 0.5 กรัมขึ้นไป

2. บดตัวอย่างให้ละเอียดสม่ำเสมอ ขนาดใหญ่ไม่เกิน 1 มิลลิเมตร อบแห้งให้ปราศจากความชื้น และใส่ภาชนะหรือวัสดุที่รักษาสภาพของตัวอย่างให้คงที่ได้

3. แต่ละตัวอย่างระบุปริมาณไขมัน และ ไนโตรเจน (หรือ โปรตีน) และวิธีวัดด้วย ถ้าหาก ปริมาณไขมัน มีค่าสูงเกิน 5 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ต้องสกัดไขมันออกจากตัวอย่างก่อน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณโปรตีนใน LPC ที่ได้จากการตกตะกอนโปรตีนด้วยความร้อนที่อุณหภูมิต่างกัน

TEMP	N	Mean	Std Dev	Std Error
55°ซ	6	48.24	0.664	0.383
82°ซ	6	54.93	0.934	0.539

Variances	T	DF	Prob>|T|
Unequal	-10.109	3.6	0.0011
Equal	-10.109	4.0	0.0005*

For H0: Variances are equal, F = 1.98 with 2 and 2 DF

Prob > F = 0.6718

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณโปรตีนใน LPC ที่ได้จากการเตรียมแบบ fraction (ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส และ 82 องศาเซลเซียส) และ unfraction (ที่อุณหภูมิ 82 องศาเซลเซียส)

T test Procedure

TREATMENT	N	Mean	Std Dev	Std Error
55 °ซ + 82 °ซ	6	0.277	0.028	0.016
82 °ซ	6	0.312	0.021	0.012

Variances	T	DF	Prob>|T|
Unequal	-1.7364	3.8	0.1627
Equal	-1.7364	4.0	0.1575 ns

For HO: Variances are equal, F = 1.64 with 2 and 2 DF

Prob > F = 0.7565

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณโปรตีนใน LPC ที่ได้จากการสกัดโปรตีนโดยใช้สารสกัดต่างกัน

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	0.909	0.113	51.64*	0.0001
Error	18	0.039	0.002		
Corrected Total	26	0.949			

R-Square = 0.958

C.V. = 11.362

Duncan's Mutiple Range Test (Alpha = 0.05)

TREATMENT	N	Mean	Duncan Grouping
2% Na_2CO_3	6	0.613	a
1% Na_2CO_3	6	0.602	a
4% Na_2CO_3	6	0.594	a
H_2O pH 8.5	6	0.584	a
H_2O pH 10.5	6	0.413	b
H_2O pH 6.5	6	0.344	b
2% NaCl	6	0.224	c
1% NaCl	6	0.223	c
4% NaCl	6	0.115	d

หมายเหตุ ตัวอักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณโปรตีนใน LPC ที่ได้จากการสกัดโปรตีนที่ pH ต่างกัน

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.305	0.101	82.57*	0.0001
Error	20	0.024	0.001		
Corrected Total	23	0.330			

R-Square = 0.925

C.V. = 8.089

T tests (LSD) (Alpha= 0.05)

Critical Value of T= 2.09

Least Significant Difference= .04231

TREATMENT	Mean	N	T Grouping
pH 4	0.593	6	a
pH 5	0.450	6	b
pH 3	0.418	6	b
pH 2	0.275	6	c

หมายเหตุ ตัวอักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณโปรตีนใน LPC ที่ได้จากการตกตะกอนโปรตีนที่ pH ต่างกัน

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	1.791	0.298	157.55*	0.0001
Error	35	0.066	0.001		
Corrected Total	41	1.858			

R-Square = 0.964

C.V. = 10.089

Duncan's Multiple Range Test (Alpha= 0.05)

TREATMENT	Mean	N	Duncan Grouping
pH 8.5	0.643	6	a
pH 9	0.616	6	a
pH 10	0.611	6	a
pH 8	0.480	6	b
pH 7	0.408	6	c
pH 6	0.166	6	d
pH 5	0.093	6	e

หมายเหตุ ตัวอักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณโปรตีนใน LPC ที่ได้จากการล้างตะกอนโปรตีนด้วยตัวทำละลายต่างกัน

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	83.513	41.756	53.12*	0.0002
Error	6	4.716	0.786		
Corrected Total	8	88.230			

R-Square = 0.946

C.V. = 1.612

T tests (LSD) (Alpha= 0.05)

Critical Value of T= 2.45

Least Significant Difference= 1.771

TREATMENT	Mean	N	T Grouping
Acetone	57.25	6	a
95% EtOH	57.00	6	a
dist. Water	50.67	6	b

หมายเหตุ ตัวอักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณโปรตีนใน LPC ที่ได้จากการทำแห้งด้วยวิธีต่างกัน

Ttest Procedure

TREATMENT	N	Mean	Std Dev	Std Error
hot-air oven 60°ซ	6	56.06	1.782	1.028
freeze drying	6	56.59	0.684	0.395

Variances	T	DF	Prob>|T|
Unequal	-0.480	2.6	0.669
Equal	-0.480	4.0	0.655 ns

For HO: Variances are equal, F = 6.78 with 2 and 2 DF

Prob > F = 0.2569

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์โปรตีนใน LPC ที่เตรียมจากสภาวะที่เหมาะสมแต่ผ่านการล้างด้วยวิธีต่างกัน

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	199.089	99.544	38.72**	0.0004
Error	6	15.426	2.571		
Corrected Total	8	214.516			

R-Square = 0.928

C.V. = 2.898

T tests (LSD) (Alpha= 0.01)

Critical Value of T= 3.71

Least Significant Difference= 4.8539

METHOD	Mean	N	T Grouping
Soxhlet	61.04	6	a
EtOH	55.39	6	b
dist. water	49.52	6	c

หมายเหตุ ตัวอักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันใน LPC ที่เตรียมจากสภาวะที่เหมาะสมแต่ผ่านการล้างด้วยวิธีต่างกัน

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	164.567	82.283	150.01**	0.0001
Error	6	3.291	0.548		
Corrected Total	8	167.858			

R-Square = 0.980

C.V. = 16.718

T tests (LSD) (Alpha= 0.01)

Critical Value of T= 3.71

Least Significant Difference= 2.242

METHOD	Mean	N	T Grouping
dist. water	10.21	6	a
EtOH	3.08	6	b
Soxhlet	0.00	6	c

หมายเหตุ ตัวอักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เถ้าใน LPC ที่เตรียมจากสภาวะที่เหมาะสมแต่ผ่านการล้างด้วยวิธีต่างกัน

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	0.796	0.398	6.26^{ns}	0.034
Error	6	0.381	0.063		
Corrected Total	8	1.178			

R-Square = 0.675

C.V. = 4.841

T tests (LSD) (Alpha= 0.01)

Critical Value of T= 3.71

Least Significant Difference= .76361

METHOD	Mean	N	T Grouping
dist. water	5.63	6	a
EtOH	5.02	6	a
Soxhlet	4.98	6	a

หมายเหตุ ตัวอักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เส้นใยใน LPC ที่เตรียมจากสภาวะที่เหมาะสมแต่ผ่านการล้างด้วยวิธีต่างกัน

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	0.051	0.025	0.74^{ns}	0.514
Error	6	0.208	0.034		
Corrected Total	8	0.260			

R-Square = 0.198

C.V. = 17.814

T tests (LSD) (Alpha= 0.01)

Critical Value of T= 3.71

Least Significant Difference= .56443

METHOD	Mean	N	T Grouping
dist. water	1.15	6	a
Soxhlet	1.02	6	a
EtOH	0.97	6	a

หมายเหตุ ตัวอักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์คาร์โบไฮเดรทใน LPC ที่เตรียมจากสภาวะที่เหมาะสมแต่ผ่านการล้างด้วยวิธีต่างกัน

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	11.139	5.569	1.91^{ns}	0.227
Error	6	17.463	2.910		
Corrected Total	8	28.602			

R-Square = 0.389

C.V. = 5.018

T tests (LSD) (Alpha= 0.01)

Critical Value of T= 3.71

Least Significant Difference= 5.1643

METHOD	Mean	N	T Grouping
EtOH	35.54	6	a
dist. water	33.49	6	a
Soxhlet	32.96	6	a

หมายเหตุ ตัวอักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

ผักตบชวา(Eichhornia crassipes (Mart.) Solms) เป็นวัชพืชที่วงการทั่วโลกให้ความสนใจมาก ตั้งแต่อดีตจนปัจจุบัน เนื่องจากทำความเสียหายแก่สิ่งแวดล้อมมากมาย และรุกรานไปทุกหนทุกแห่ง จากถิ่นเดิมในอเมริกาใต้ บัดนี้ผักตบชวาได้แพร่กระจายไปสู่แหล่งน้ำจืดทั่วโลก ทั้งในอเมริกาเหนือ แอฟริกา ยุโรป อินเดีย อินโดจีน ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ ตลอดไปจนถึงหมู่เกาะอันห่างไกลนอกทวีป

ผักตบชวาขึ้นที่ไหน มักจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเป็นพืชที่ต้องการปัจจัยจากสภาพแวดล้อมต่ำมาก ผักตบชวาสามารถขยายพันธุ์ได้ทั้งโดยการแตกหน่อและเมล็ด แต่ส่วนใหญ่แล้วมักขยายพันธุ์โดยการแตกหน่อและสามารถขยายพันธุ์ได้ทุกฤดูกาล

ผักตบชวาเมื่อไปถึงท้องถิ่นใด ก็มักจะก่อปัญหาแก่ท้องถิ่นนั้นไม่ทางใดก็ทางหนึ่ง เช่น ขัดขวางการสัญจรทางน้ำ เร่งการระเหยของน้ำจากแหล่งน้ำ ปิดกั้นทางระบายน้ำและเชื่อนทับถมข้าวกล้าในนา ปกคลุมหนองบึงอันเป็นแหล่งเพาะสัตว์น้ำ และใบผักตบชวายังเป็นที่อยู่อาศัยอย่างดียิ่งของยุงและสัตว์น้ำโรคอื่นๆ เป็นต้น ปัญหาที่ผักตบชวาสร้างขึ้นนี้ ทำให้ต้องสูญเสียเวลาแรงงานและค่าใช้จ่ายในการขุดลอก หรือกำจัด ปีละมากๆ ทั้งในระดับเอกชนและรัฐ (Gopal and Sharma, 1981)

ถิ่นกำเนิดและการแพร่กระจายของผักตบชวา

ผักตบชวาเป็นพืชพื้นเมืองของทวีปอเมริกาใต้ เข้าใจว่ามีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศบราซิล สำหรับประเทศต่างๆ ในอเมริกาใต้ ผักตบชวามิได้ก่อให้เกิดปัญหาแก่วงการต่างๆ เลย ทั้งนี้ก็เพราะว่าในท้องถิ่นดั้งเดิมของผักตบชวานั้น มีศัตรูธรรมชาติ เช่น โรค แมลง และศัตรูอื่นๆ คอยควบคุมการระบาดแพร่กระจายอยู่แล้วอย่างมีประสิทธิภาพ แต่เมื่อถูกนำไปจากถิ่นดั้งเดิม ไปสู่ถิ่นใหม่ซึ่งปราศจากศัตรูธรรมชาติ โดยเฉพาะในท้องถิ่นซึ่งมีสภาพเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ผักตบชวาก็เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จนถึงขั้นระบาดและก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ (Gopal and Sharma, 1981)

ในปี พ.ศ. 2424 ชาวดัทช์ที่ปกครองประเทศอินโดนีเซีย ได้นำผักตบชวา ซึ่งขณะนั้นมีปลูกกันเฉพาะในสวนพฤกษศาสตร์ในหลายประเทศในทวีปยุโรป เข้ามายังประเทศอินโดนีเซีย

เพราะผักตบชวามีดอกสีฟ้าเป็นช่อตั้ง สวยงามคล้ายคลึงกับดอก hyacinth ซึ่งเป็นไม้ประดับของประเทศในเขตอบอุ่น คำว่า water hyacinth อันเป็นชื่อสามัญภาษาอังกฤษของผักตบชวาก็ถือกำเนิดมาจากคำนี้เอง เมื่อแรกนำเข้า ก็ได้ปลูกเลี้ยงไว้อย่างดีในสวนพฤกษศาสตร์ที่เมืองโบกอร์ แต่ต่อจากนั้นไม่นาน ก็แพร่กระจายไปตามลำน้ำต่างๆอย่างรวดเร็ว

ในปี พ.ศ. 2427 ผักตบชวาได้ถูกนักธุรกิจชาวญี่ปุ่น นำไปแสดงในงานนิทรรศการฝ้าย ณ เมืองนิวออร์ลีนส์ รัฐหลุยเซียนา สหรัฐอเมริกา โดยการไปเก็บมาจากแม่น้ำโอริโนโก ในประเทศเวเนซูเอลา ในทวีปอเมริกาใต้ แล้วแจกเป็นของที่ระลึกแก่บุคคลสำคัญที่มาเที่ยวชมคนละต้น หลังจากนั้นเพียง 11 ปี แม่น้ำเชนต์จอห์นในรัฐฟลอริดา ซึ่งอยู่ห่างจากเมืองนิวออร์ลีนส์ไปทางใต้ถึง 600 ไมล์ เกิดมีแพผักตบชวายาวถึง 100 ไมล์และคลุมบริเวณห่างจากฝั่งไป 200 ฟุต แพผักตบชวาเหล่านี้ เป็นอุปสรรคต่อการทำงานของโรงเลื่อย เพราะซุงไม่สามารถจะลอยเข้าไปยังโรงเลื่อยได้ จนในที่สุด รัฐฟลอริดาได้ร้องเรียนไปยังรัฐสภาเพื่อขอความช่วยเหลือในด้านการป้องกันกำจัดผักตบชวา (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2520)

<u>ตำนานผักตบชวาในเมืองไทย</u>

ในสมัยปู่ย่าตายายของเรา ผักตบชวาหาได้ก่อให้เกิดปัญหาแก่วงการต่างๆ ที่ใช้ประโยชน์ของแหล่งน้ำดังเช่นในสมัยปัจจุบันไม่ ทั้งนี้เพราะก่อนปี พ.ศ. 2444 ไม่มีใครเลยในประเทศไทยที่รู้จักผักตบชวา

ผักตบชวาได้ถูกนำเข้ามาปลูกในประเทศไทยเป็นครั้งแรก เมื่อ พ.ศ. 2444 โดยสมเด็จพระศรีพัชรินทราบรมราชินีนาถ พระบรมราชชนนี (สมเด็จพระนัดปีหลวง) ในรัชกาลที่ 5 ได้ทรงติดตามพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว เมื่อครั้งเสด็จประพาสเกาะชวา (อินโดนีเซียปัจจุบัน) ทอดพระเนตรเห็นดอกผักตบชวาที่บรรดานางสนมกำนัลในของสุลต่าน นำมาประดับบนพระเกศและบนมวยผม ก็ทรงพอพระทัย และทรงขอเอามาปลูกในเมืองไทยเพื่อเป็นไม้ประดับเท่านั้น

เจ้าหน้าที่ที่ชวาก็นำดอกผักตบชวา และช่อไม้นั้นทั้งรากทั้งโคนมาให้ 3 เข่ง แถมน้ำในบ่อผักตบชวาอีก 10 ปี๊บ เพื่อเป็นน้ำเชื้อ กลัวว่าถ้านำมาปลูกในเมืองไทย อาจจะผิดน้ำทำให้ตายได้

สมเด็จพระนัดปีหลวงก็เรียกนายทหารเรือคนหนึ่ง ชื่อ ร.ท.โดด หม่องมณี มาเป็นผู้รับผิดชอบในผักตบชวาเหล่านั้น โดยมีพระราชกระแสว่า ถ้าผักตบชวารอดตายกลับเมืองไทยได้จะปูน

บำเหน็จให้อย่างหนัก ร.ท.โดด หม่องมณี ก็นำผักตบชวานั้น ทะนุถนอมกลับประเทศไทย พอเรือพระที่นั่งกลับมาเทียบท่าราชวรดิฐ ก็รีบนำผักตบชวาขึ้นรถม้า มาปลูกที่พระราชวังพญาไท ใส่กระถางลายครามปลูกไว้ดิบดี แต่แรกนั้น ร.ท.โดด ใช้น้ำที่ใส่ปี๊บมาจากชวาล้วนๆ เดือนเดียวผักตบชวาก็แน่นกระถาง เดือนต่อมา ลองเปลี่ยนน้ำใช้น้ำในเมืองไทยแทน ผักตบชวาก็ยิ่งขยายพืชพันธุ์ใหญ่โต

ในระยะแรก ๆ นั้น เจ้านายฝ่ายในทั้งหลายตื่นเต้นกันมาก เข้ามาทูลขอผักตบชวาไปปลูกกันองค์ละหน่อ สองหน่อ ก็โปรดพระราชทานให้ หลังจากใส่กระถางจนเต็มกระถาง ร.ท.โดด ก็นำลงปลูกในบ่อพระราชวังพญาไท ผักตบชวาก็ออกดอกงอกงาม เจ้านายที่เคยมาทูลขอก็ชักเบื่อ เพราะนำไปปลูกเองก็ขยายพืชพันธุ์แจกได้มากมาย

ต้องโปรดให้ ร.ท.โดด หม่องมณี นำผักตบชวานี้ลงปล่อยในแม่น้ำลำคลองเสีย ครั้งแรกปล่อยลงคลองสามเสนหลังพระราชวังพญาไท ครั้งต่อไปโปรดให้ปล่อยลงคลองเปรมประชากร ครั้งที่สามโปรดให้ปล่อยลงคลองผดุงกรุงเกษม ผักตบชวาก็เลยแพร่หลายเต็มท้องน้ำไทยทุกวันนี้ ร.ท.โดด หม่องมณี นั้น ก็ได้รับพระราชทานยศเป็นนายเรือเอก ได้รับพระราชทานเงินถึง 3 ชั่ง เป็นบำเหน็จรางวัล ต่อมาเกิดน้ำท่วมวังสระประทุม จึงทำให้ผักตบชวาหลุดลอยออกมาภายนอกวัง และมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งระบาดสู่แม่น้ำลำคลองต่างๆ ทุกภาคของประเทศไทย จนแทบกล่าวได้ว่า "ที่ไหนมีน้ำ ที่นั่นมีผักตบชวา" (เพชฐ ทับทอง, 2520)

หลังจากที่ผักตบชวาได้แพร่พันธุ์เต็มแม่น้ำลำคลองทั่วไปแล้ว ก็ได้ก่อให้เกิดการกีดขวางทางเดินเรือบ้าง เข้าไปเจริญงอกงามอยู่ในท้องไร่ท้องนา แย่งอาหารต้นข้าว ทำให้การทำนาได้ผลน้อยลงบ้าง ผักตบชวาจึงเป็นศัตรูที่ร้ายกาจอยู่ในสมัยนั้นอย่างหนึ่ง ถึงกับพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ทรงพระราชนิพนธ์เล่าเรื่องของผักตบชวา เมื่อเสด็จประพาสเมืองฉะเชิงเทราครั้งที่ 3 พ.ศ.2451 ในพระราชหัตถเลขาที่ทรงมีถึงมกุฏราชกุมาร (พระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว) ว่า

" วันที่ 21 เช้าลงเรือล่องลงไปดูคลองท่าถั่ว ซึ่งตั้งชื่อว่า คลองประเวศน์บุรีรมย์ ทางตั้งแต่บ้านเทศาลงไป ประมาณชั่วโมงหนึ่ง ที่คลองนี้น้ำไม่สู้แรงเหมือนคลองบางขนาก ดูเป็นคลองที่บริบูรณ์ดี มีบ้านเรือนรายสองฝาก มีเรือนฝากระดานเก็มาก ลักษณะเดียวกันกับคลองแสนแสบ นาที่เสียไปคราวหนึ่ง เดี๋ยวนี้กำลังกลับดี ที่สี่แยกเรือเดินเข้าออกไม่ได้ เตรียมจะไปเตือนเจ้าพระยายมราชเรื่องผักชวานี้ ร้ายกาจมาก ตามลำน้ำบางปะกงหน้าจ๋อยๆ เพราะถูกน้ำกร่อย แต่ก็ไม่ไหลลงไปทะเลได้หมด เพราะน้ำไหลขึ้นก็กลับลอยขึ้น ข้อที่ว่ากระบือกินได้นั้นเป็นความจริง แต่กลับมีอันตรายมาก เหตุด้วยกระบือกินแต่ใบ ต้นรากแห้งติดอยู่กับดิน ครั้นถึงเวลาไถ

หว่านข้าวในนา พอน้ำมาผักชวาเจริญเร็วก่อนต้นข้าวในนา เบียดเสียดแทรกต้นข้าวลีบไปหมด โทษถึงจะต้องประหารให้หายขาด แต่ต้องเป็นการพร้อมกันทั้งในหัวเมืองและในกรุง เวลานี้การที่จะคิดทำลายผักชวาในกรุง ยังไม่ได้จับคิดอ่านให้เป็นการทำทั่วไป "

อนึ่ง เมื่อคราวที่มีงาน " การแสดงกสิกรรมและพาณิชการ ครั้งที่ 1 ณ กรุงเทพฯ " ที่ปทุมวัน เมื่อ ศก 129 (พ.ศ.2453) ในปลายรัชกาลพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ก็ได้มีการนำเอาต้นผักตบชวามาแสดงให้ประชาชนชมร่วมกับผักหญ้าชนิดต่างๆด้วย เนื่องจากดอกของผักตบชวามีความสวยงาม ซึ่งก็เป็นครั้งแรกที่ผักตบชวาได้มีเกียรติเข้าร่วมแสดงให้ประชาชนชมอย่างเป็นทางการ แต่ในการแสดงครั้งนั้นอยู่ในฐานะผักหญ้าที่ไม่มีประโยชน์

ในปี พ.ศ. 2456 ภายหลังขึ้นแผ่นดินใหม่ พระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 6) ได้ทรงตระหนักถึงโทษของผักตบชวาที่ทำให้การสัญจรทางน้ำ การชลประทาน และการเลี้ยงสัตว์น้ำเกิดอุปสรรค จึงได้ทรงโปรดให้มีการออกพระราชบัญญัติกำจัดผักตบชวาขึ้นฉบับหนึ่ง มีข้อความดังนี้

" มีพระบรมราชโองการในพระบาทสมเด็จพระปรเมนทรมหาวชิราวุธ พระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว ดำรัสเหนือเกล้าฯให้ประกาศจงทราบทั่วกันว่า พันธุ์ไม้อย่างหนึ่งซึ่งเรียกกันในประเทศนี้ว่า ผักตบชวา เพราะเหตุที่ได้พันธุ์มาจากเมืองชวา เมื่อราว พ.ศ.2444 เป็นพันธุ์ไม้ที่ประกอบด้วยโทษ เพราะเหตุที่ได้เกิดแลงอกงามรวดเร็วเหลือเกิน มีพันธุ์ในที่ใด ไม่ช้าก็เกิดพืชพันธุ์งอกงามเป็นแพแผ่เต็มไปในท้องที่นั้น จนเป็นเหตุให้เสื่อมเสียผลประโยชน์การทำนา เป็นอันตรายแก่ที่เลี้ยงสัตว์น้ำ และเป็นความลำบากขัดข้องแก่การเดินเรือในแม่น้ำลำคลองทั่วไป ในบรรดาท้องที่ซึ่งมีพันธุ์ผักชนิดนี้เกิดขึ้น เจ้าพนักงานผู้ปกครองท้องที่ได้พยายามกำจัดมาหลายปีก็ยังไม่สำเร็จประโยชน์ได้ดังสมควร เพราะมักมีคนโง่เขลาเอาพันธุ์ผักตบชวาพาไปในที่ต่างๆ ไปปลูกเป็นหญ้ากล่ำเลี้ยงปลา โดยหลงนิยมไปว่า เป็นพันธุ์ผักที่งอกเร็วทันใจบ้าง ผู้หากุ้ง ปลาสด บรรทุกรถไฟเรือไฟไปเที่ยวจำหน่ายต่างเมือง เอาผักตบชวาปิดปากตะกร้ากันแสงแดด ด้วยเห็นว่าเป็นของหาง่ายบ้าง บางจำพวกยังไม่รู้โทษของผักตบชวา เห็นแต่เป็นไม้มีดอก ยามปลูกรักษาง่าย ก็พาเอาไปปลูกไว้ดูเล่น พันธุ์ผักตบชวาจึงแพร่หลายขึ้นไปทางหัวเมืองข้างเหนือน้ำ ไปเกิดพืชพันธุ์ตามห้วยหนองท้องนา แล้วไหลลอยลงมาตามลำแม่น้ำที่กีดขวางทางเรือเดินมากขึ้นทุกที ถ้าทิ้งไว้ช้า อันตรายและความลำบากที่เกิดจากผักตบชวาจะยิ่งมากขึ้น" พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงพระปริวิตกในข้อนี้ จึงได้ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้เสนาบดีกระทรวงคมนาคมเป็นประธาน พร้อมด้วยเสนาบดีกระทรวงมหาดไทยและเสนาบดีกระทรวงนครบาล นำพระราชปรารภปรึกษาในที่ประชุมเทศาภิบาล ในคราวที่ประชุมประจำปีที่ 19 พ.ศ.2456 ที่ประชุมปรึกษามีความเห็นพร้อมกัน ให้นำความขึ้นกราบบังคมทูลพระกรุณาว่า " ในการที่จะกำจัดผักตบชวาให้ได้จริง

จำจะต้องมีพระราชบัญญัติ ห้ามปรามมิให้ผู้หนึ่งผู้ใดพาผักตบชวาไปตามท้องที่ต่างๆ และผักตบชวามีอยู่ในที่ของผู้ใด ให้เป็นหน้าที่ของผู้นั้นที่จะทำลายเสียให้หมด แต่การที่จะกำจัดผักตบชวาในชั้นแรกนี้ หัวเมืองมณฑลข้างตอนใต้ทางแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำแม่กลอง และแม่น้ำบางปะกง ผักตบชวายังมีมากนัก เหลือกำลังราษฎรจะกำจัดได้โดยลำพังอย่างมณฑลที่ห่างไกลออกไป ซึ่งยังไม่มีผักตบชวาออกไปถึง หรือยังมีแต่เล็กน้อย การกำจัดผักตบชวาในมณฑลหัวเมืองตอนใต้ที่กล่าวมาแล้ว จำจะต้องใช้กำลังของรัฐบาลช่วยกำจัดเสียชั้นหนึ่งก่อน ต่อพันธุ์ผักตบชวาเบาบางพอกำลังราษฎรจะกำจัดได้เอง จึงควรใช้พระราชบัญญัติให้เหมือนกันทั่วไป ทรงพระราชดำริเห็นว่า ความเห็นซึ่งที่ประชุมเทศาภิบาลกราบบังคมทูลครั้งนี้ ชอบด้วยพระราชบริหารแล้ว จึงทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้ตราพระราชบัญญัติไว้สืบไป ดังนี้

มาตรา 1 : พระราชบัญญัตินี้ ให้มีนามเรียกว่า "พระราชบัญญัติสำหรับกำจัดผักตบชวา พ.ศ. 2456 "

มาตรา 2 : จะทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้ใช้พระราชบัญญัตินี้ในหัวเมืองมณฑลใด หรือเฉพาะเมืองใด จะได้ประกาศในหนังสือราชกิจจานุเบกษาเป็นสำคัญ

มาตรา 3 : เมื่อได้ประกาศใช้พระราชบัญญัตินี้ในที่ใด ถ้าในที่นั้นผักตบชวาเกิดขึ้น หรือมีอยู่ในที่ของผู้ใด ให้ถือว่าเป็นหน้าที่ของผู้อยู่ในที่นั้นจะต้องทำลายผักตบชวา ตามความในพระราชบัญญัตินี้

มาตรา 4 : ถ้าผักตบชวามีอยู่ในที่ใด มากมายเกินกำลังผู้อยู่ในที่นั้นจะกำจัดได้ให้เจ้าพนักงานผู้ปกครองท้องที่เรียกระดมแรงราษฎรช่วยกันกำจัด ให้ถือว่าการกำจัดผักตบชวาเป็นสาธารณประโยชน์อย่างหนึ่ง

มาตรา 5 : วิธีกำจัดผักตบชวานั้น ให้เก็บเอาผักตบชวาขึ้นไว้บนบก ผึ่งให้แห้งแล้วเผาไฟเสีย

มาตรา 6 : ผู้ใดไม่กระทำตามหน้าที่แลคำสั่ง ในการที่ได้กล่าวมา ในมาตรา 3 มาตรา 4 มาตรา 5 แห่งพระราชบัญญัตินี้ ผู้นั้นมีความผิดฐานลหุโทษ ต้องระวางโทษให้ปรับครั้งที่ 1 เป็นเงินไม่เกิน 10 บาท หรือจำคุกไม่เกิน 7 วัน หรือทั้งปรับและจำด้วยทั้ง 2 สถาน

มาตรา 7 : ผู้ใดพาผักตบชวาเข้าไปในเขตท้องที่ซึ่งใช้พระราชบัญญัตินี้ก็ดี ปลูกหรือเลี้ยง หรือปล่อยให้ผักตบชวางอกงามในที่ห้ามตามพระราชบัญญัตินี้ก็ดี หรือเอาผักตบชวาทิ้งลงใน

แม่น้ำลำคลองห้วยหนองใดๆก็ดี ผู้นั้นมีความผิดฐานลหุโทษ ต้องระวางโทษปรับครั้ง 1 เป็นเงิน ไม่เกิน 100 บาท หรือจำคุกไม่เกิน 1 เดือน หรือทั้งปรับและจำด้วยทั้ง 2 สถาน

มาตรา 8 : ให้เสนาบดีกระทรวงคมนาคม เสนาบดีกระทรวงมหาดไทย และเสนาบดีกระทรวงนครบาลเป็นเจ้าหน้าที่รักษาการให้เป็นไปตามพระราชบัญญัตินี้ ให้เสนาบดีเจ้ากระทรวงที่กล่าวมานี้ มีอำนาจที่จะตั้งกฎข้อบังคับรักษาการตามพระราชบัญญัติ ถ้ากฎข้อบังคับนั้นได้รับพระราชทานพระบรมราชานุญาต และประกาศในหนังสือราชกิจจานุเบกษาแล้ว ให้ถือว่ากฎนั้นเป็นส่วนหนึ่งแห่งพระราชบัญญัตินี้

ประกาศมา ณ วันที่ 24 กุมภาพันธ์ พระพุทธศักราช 2456 เป็นวันที่ 1202 ในรัชกาลปัจจุบันนี้ " (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2520)

และในวันที่ 24 กุมภาพันธ์ พุทธศักราชเดียวกัน พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 6 ก็ได้มีพระบรมราชโองการโปรดเกล้าฯ ให้ประกาศห้ามมิให้บรรทุกผักตบชวาไปในรถไฟ โดยกรมรถไฟหลวง (การรถไฟแห่งประเทศไทย) ได้ประกาศห้ามกล่าวเป็นใจความว่า

" ห้ามไม่ให้ผู้หนึ่งผู้ใด นำเอาผักตบชวาขึ้นรถไฟ ไม่ว่าจะเป็นทางหนึ่งทางใดเป็นอันขาด ถ้าผู้ใดฝ่าฝืน ผู้นั้นมีความผิดฐานลหุโทษ ต้องถูกปรับเป็นเงินไม่เกิน 10 บาท หรือจำคุกไม่เกิน 7 วัน หรือทั้งปรับทั้งจำ และให้เป็นหน้าที่ของเจ้าพนักงานรถไฟในการทำลายผักตบชวาที่พบบนรถไฟด้วย "

ในวันที่ 1 เมษายน พุทธศักราชนั้นเป็นต้นมา ก็ได้มีพระบรมราชโองการตำรัสเหนือเกล้าฯ ให้ประกาศเขตให้พระราชบัญญัติกำจัดผักตบชวาในมณฑลพายัพ อุดรธานี ร้อยเอ็ด อุบลราชธานี นครราชสีมา เพชรบูรณ์ จันทบุรี ปัตตานี นครศรีธรรมราช ชุมพร และในเมืองปราณบุรี เพชรบุรี กาญจนบุรี ในมณฑลราชบุรี เมืองกำแพงเพชร เมืองตาก ในมณฑลนครสวรรค์ เมืองพิชัย ในมณฑลพิษณุโลก เมืองกระบินทร์บุรี ในมณฑลปราจีน

ในวันที่ 28 ธันวาคม พ.ศ. 2459 ได้ทรงมีพระกรุณาโปรดเกล้า ฯ ให้ใช้พระราชบัญญัติฉบับนี้ ในท้องที่มณฑลนครไชยศรี และมณฑลกรุงเก่า

ในวันที่ 26 กรกฎาคม พ.ศ. 2460 มีพระบรมราชโองการโปรดเกล้าฯ ให้ใช้พระราชบัญญัตินี้ ในท้องที่จังหวัดปราจีนบุรีและชลบุรี

ในวันที่ 15 ตุลาคม ปีเดียวกัน ให้ใช้พระราชบัญญัติในท้องที่จังหวัดอุทัยธานี

ในปีรุ่งขึ้น วันที่ 10 พฤษภาคม มีพระบรมราชโองการโปรดเกล้าฯ ให้ใช้พระราชบัญญัติฯ ในเขตท้องที่จังหวัดนครสวรรค์และชัยนาท

ในวันที่ 19 กันยายน พ.ศ. 2463 ได้ทรงมีพระบรมราชโองการโปรดเกล้า ฯ ให้ใช้พระราชบัญญัติฯ ในท้องที่มณฑลกรุงเทพฯ จังหวัดราชบุรี จังหวัดสมุทรสงคราม จังหวัดฉะเชิงเทรา จังหวัดนครนายก จังหวัดพิษณุโลก จังหวัดสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย และจังหวัดพิจิตร (สยามรัฐสัปดาห์วิจารณ์, 2526)

ชื่อเรียกที่แสดงถึงความรังเกียจผักตบชวา

ผักตบชวา ถูกลงมติโดยประเทศต่างๆทั่วโลก กว่า 50 ประเทศ ว่าเป็น "วัชพืชพิษ" ในรัฐเบงกอล อินเดีย ผักตบชวาถูกเรียกว่า "ปีศาจสีฟ้า" (Blue devil) ซึ่งก็คงมาจากสีดอกที่สดสวยของผักตบชวา ในรัฐอื่นๆของอินเดีย ผักตบชวาถูกเรียกว่า "สิ่งที่น่ากลัวแห่งเบงกอล" (Bengal terror) ในแอฟริกาใต้ ผักตบชวามีชื่อว่า "ปีศาจร้ายฟลอริด้า" (Florida devil) ที่ทำให้คนเห็นภาพพจน์ชัดขึ้นว่าคนเกลียดและหวาดกลัวผักตบชวาแค่ไหน ก็คือชื่อ "วัชพืชเยอรมัน" ซึ่งเป็นชื่อที่เรียกขานกันทั่วไปในบังคลาเทศ เนื่องจากผักตบชวาปรากฏตัวให้เห็นทั่วไปในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 1 ซึ่งเยอรมันเป็นคนก่อขึ้น ชื่อ "ญี่ปุ่นตัวยุ่ง" หรือ "ไอ้ยุ่นจอมยุ่ง" (Japanese trouble) ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีในศรีลังกา ชื่อนี้เกิดจากความเชื่อที่ว่าอังกฤษนำผักตบชวามาปลูกในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 เพื่อลวงตาให้ญี่ปุ่นคิดว่าเป็นทุ่งหญ้าสีเขียว จะได้หลงนำเครื่องบินลงจอดให้วอดวายไป ในบางจังหวัดของไทย ผักตบชวาถูกเรียกว่า "นางมารร้าย" และยังถูกเรียกว่า "วัชพืชเงินล้าน" (Millon dollar weed) ในประเทศอเมริกา บางประเทศก็เรียกผักตบชวาว่า "พืชปีศาจ" (Demon) และยังมีชื่ออื่น ๆ อีกมากในหลาย ๆ ประเทศ ซึ่งล้วนแต่แสดงถึงความเกลียดชังผักตบชวา นอกจากนี้ ในบ้านเรายังเรียกชื่อผักตบชวาต่าง ๆ กันออกไปอีก เช่น ผักตบ สวะ ผักตบปอง ผักปอง ผักโปง ผักตบยาวา ผักตามเสด็จ ผักบัวลอย เป็นต้น (ศุภจิต มโนพิทักษ์, 2524 ; Gopal and Sharma, 1981)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของผักตบชวา

ผักตบชวา มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Eichhornia crassipes (Mart.) Solms จัดอยู่ในวงศ์ Pontederiaceae (Gopal and Sharma, 1981)

ราก ระบบรากของผักตบชวา เป็นระบบรากฝอย (fibrous root system) ที่จมอยู่ใต้ผิวน้ำ คือ มีรากย่อยๆเป็นกระจุก รากที่แทงออกมาจะมีลักษณะอวบ สีขาว เมื่อมีอายุมากขึ้นจึงจะมีรากขนอ่อน(root hair) ที่มีสีน้ำตาลอ่อน และเมื่อแก่ รากขนอ่อนนี้จะเป็นสีน้ำตาลแก่จนถึงสีดำ ความยาวของรากฝอยแต่ละเส้นจะแตกต่างกันตั้งแต่ 10-90 เซนติเมตร ซึ่งแล้วแต่ระดับของน้ำที่ผักตบชวาขึ้นอยู่ ว่าตื้นหรือลึกเพียงใด (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2520)

ลำต้น เป็นเหง้าเล็กๆ ไม่มีเนื้อไม้แข็ง ซึ่งเมื่อเจริญเติบโตแล้วจะมีไหล (stolon) งอกออกหลายทาง ไปเกิดต้นใหม่เหมือนต้นแม่ และพร้อมที่จะแยกตัวออกไปเจริญเติบโตเป็นอิสระได้ทันที (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2520)

ใบ ผักตบชวามีใบชนิดใบเดี่ยว (simple leaf) ประกอบด้วยแผ่นใบ (blade) และก้านใบ (petiole) แผ่นใบมีรูปร่างต่างๆกัน เช่น รูปร่างคล้ายไต (reniform) หรือรูปร่างคล้ายหัวใจ (cordate) แผ่นใบมักมีความกว้างมากกว่าความยาว หรือเกือบจะเท่าๆกัน เมื่อยังอ่อน ปลายใบมักจะมน แต่เมื่อมีอายุมากขึ้น ปลายใบมักจะแหลม มีสีเข้มขึ้น ขอบใบเรียบ เส้นใบ (venation) เป็นแบบขนาน ก้านใบมีลักษณะกลม เรียบ อวบน้ำ โคนและปลายเรียวตรงกลางโป่งพองลม มากน้อยแล้วแต่แหล่งน้ำ ขนาดความสั้นยาวอยู่ระหว่าง 6-100 เซนติเมตร สีเขียวอ่อน การเกิดใบอ่อนจะเกิดตรงกลางกอ โดยแผ่นใบของใบอ่อนจะม้วนห้อหุ้มรอบโคนก้านใบใกล้เคียง และมีกาบใบบางใสหุ้มรอบอีกทีหนึ่ง ปลายกาบใบนี้จะมีลักษณะคอดแล้วบาน ขอบหยักเล็กน้อยเป็นเยื่อบางๆ เมื่อใบอ่อนโตขึ้น ก้านใบก็จะยาวขึ้น ดันกาบใบที่ห่อหุ้มนั้นออก แผ่นใบก็จะค่อยคลี่เป็นอิสระจากโคนก้านใบเดิม ในระยะแรกใบจะมีสีเขียวอ่อน ต่อไปจะมีสีเขียวเข้มขึ้น กาบใบนั้นก็จะยังคงติดอยู่ตรงโคนก้านใบ (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2520)

ดอก ออกเป็นช่อแบบ spike เกิดตรงกลางต้น ก้านช่อดอกกลมมีริ้วประดับ (bract) สีเขียว 2 ริ้ว ริ้วประดับอันล่างมีก้านแผ่คลุมรอบก้านช่อดอกแต่ตอนปลายแผ่เป็นแผ่น ตัวช่อที่มีดอกยาวประมาณ 15-20 เซนติเมตร มีดอกประมาณ 3-35 ดอก เวลาบานจะบานพร้อมกันหมด ดอกมีสีม่วงอ่อนอมน้ำเงิน มีกลีบดอก 6 กลีบ 5 กลีบโคนติดกัน แต่ละกลีบยาวประมาณ 1.5-1.75 เซนติเมตร กว้างประมาณ 1-1.25 เซนติเมตร และอีกกลีบหนึ่งแตกต่างไปจาก 5 กลีบแรก มีขนาดใหญ่กว่า มีความยาวประมาณ 3-3.25 เซนติเมตร กลีบดอกอันนี้จะมีรอยแต้มสีน้ำเงินเป็นวง และตรงกลางรอยแต้มจะมีสีเหลืองอยู่ตรงกลาง ซึ่งดูคล้ายกับแววหางนกยูง เกสรตัวผู้ (stamen) มี 6 อัน สั้น 3 ยาว 3 เกสรตัวเมีย (pistil) ที่ปลายสุดมีผู้รองรับละอองเกสรตัวผู้ ดอกบานวันเดียวโรย ในขณะที่ช่อดอกยังไม่บาน จะถูกห่อหุ้มด้วยใบธง (flag leaf) เพื่อป้องกันอันตรายให้แก่ดอก เมื่อดอกโผล่ออกมาพ้นใบธง ก็จะบานทันที และจะผสมเกสรเสร็จสิ้นภายในระยะเวลาเพียงวันเดียว การผสมเกสรนั้นอาจจะต้องอาศัยแมลง ลม หรือผสมตัวเองโดย

ธรรมชาติ ต่อจากนั้นก้านช่อดอก (peduncle) จะโค้งงอลงสู่พื้นน้ำทำให้กระเปาะ (capsule) ซึ่งภายในมีเมล็ดของผักตบชวาอยู่จำนวนมาก เมล็ดมีขนาดเล็กมาก สีน้ำตาลเข้ม หลุดลอยออกจากก้านช่อดอกและจมลงสู่พื้นดินใต้น้ำ ถ้าผลไม่ติดช่อดอกก็จะเน่าไปในที่สุด เมล็ดของผักตบชวาเล็กมาก มีขนาดความยาว 1.3-1.6 มิลลิเมตร มีเส้นผ่าศูนย์กลางเมล็ด 0.6 มิลลิเมตร รูปร่างคล้ายรูปไข่ ปลายป้าน ฝักหรือผลหนึ่งๆ มีเมล็ดประมาณ 50-150 เมล็ด (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2520)

<u>การเจริญเติบโตของผักตบชวา</u>

ผักตบชวาเป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ชอบน้ำและแสงแดดจัด ขยายพันธุ์ได้มาก โดยการแตกไหล (stolon) ออกรอบๆกอเดิม มีการแตกใบอ่อนอยู่เสมอ การเกิดใบอ่อนในระยะแรก เป็นตุ่มเล็กๆ สีขาว อยู่ภายในโคนด้านในของก้านใบแก่ ซึ่งจะอยู่ทางด้านนอกต้น มีกาบขนาดเล็ก มีลักษณะบางใสหุ้มรอบ พร้อมทั้งมีเมือกลื่นๆอยู่ด้วย เมื่อมีการเจริญต่อไป ใบอ่อนจะมีลักษณะเป็นแผ่นใบเล็กๆ บนก้านใบสั้นๆ แต่ก็ยังคงมีกาบหุ้มอยู่ ต่อมาแผ่นใบจะใหญ่ขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ก้านใบยาวขึ้นเพียงเล็กน้อย แผ่นใบจะม้วนหุ้มรอบโคนก้านใบหรือโคนก้านดอกที่อยู่ติดกัน ต่อจากนั้นก้านใบจะยาวขึ้นดันกาบที่หุ้มออกมาและแผ่นใบจะเริ่มคลี่ เมื่ออายุมากขึ้นใบจะมีสีเข้มขึ้น กาบซึ่งมีสีเขียวแกมม่วงจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแกมม่วง ปลายใสเช่นเดิมจะเหลือให้เห็นอยู่บริเวณโคนต้น ผักตบชวาที่เจริญอยู่ห่างๆ กันต้นจะเตี้ย ก้านใบจะพองป่อง ภายในมีช่องอากาศเต็มไปหมด แต่ถ้าเจริญอยู่ในสภาพที่เบียดชิดกันมาก ก้านใบจะยาวเรียว ผักตบชวาจะออกดอกปีละครั้ง โดยจะออกดอกในช่วงระยะเวลาใกล้เคียงกัน สำหรับพวกที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน ช่วงระยะเวลาที่ผักตบชวาออกดอกมากเป็นพิเศษในรอบปี คือ ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ นอกจากช่วงเวลานี้แล้ว ก็อาจจะเห็นมีออกดอกบ้างประปราย ต้นหนึ่งๆมีดอกเกิดขึ้นได้ครั้งละหลายช่อ ช่อดอกอ่อนจะเกิดจากลำต้นโดยตรง โดยเกิดใกล้กับโคนก้านใบหรือก้านดอกใกล้เคียง ในระยะแรกจะเกิดเป็นตุ่มเล็กๆ สีขาว มีความยาวเล็กน้อย ซึ่งเป็นส่วนของลำต้นชูสูงขึ้นตรงปลายมีแผ่นใบรูปหัวใจเล็กๆ เกิดขึ้น มีกาบบางใสหุ้มรอบ และมีกาบหนาหุ้มรอบส่วนนี้กับโคนก้านใบใกล้เคียงอีกทีหนึ่ง ที่โคนก้านใบซึ่งอยู่บนลำต้นนี้ มีลักษณะป่องนูนเล็กน้อย เป็นส่วนของกระเปาะช่อดอก เมื่อช่อดอกเจริญขึ้น ลำต้นและก้านใบนี้จะยาวและใหญ่ขึ้น ทำให้กาบตรงโคนก้านใบที่หุ้มนั้นขาดออก พร้อมทั้งมีแผ่นใบใหญ่ขึ้นเล็กน้อย ลำต้นจะเจริญยาว ตรง ลักษณะกลม ผิวเรียบ ในระยะแรก ช่อดอกอยู่ภายในและมีใบรองรับช่อดอกหุ้มไว้ ต่อมาจึงค่อยๆแทงออกมา ทำให้กระเปาะหุ้มปริออก พร้อมที่จะบานในเวลาต่อไป ดอกจะเริ่มบานเมื่อแสงอาทิตย์ส่อง ตั้งแต่เวลา 8.30-9.00 น. จนกระทั่งแสงแดดส่องจ้าก็จะบานเต็มที่ ในช่อหนึ่งๆดอกมักจะบานพร้อมกัน นาน 1 วัน แต่ก็มีบ้างที่ดอกบานไม่พร้อมกัน พบว่าดอกทางด้านล่างจะบานก่อน เวลาประมาณ 18.00-20.00 น. ดอกก็จะหุบและกลีบดอกชิดกันเป็นเกลียว หลังจากนี้ก้านช่อดอกจะโค้งงอลงสู่

พื้นน้ำ โดยงอตรงกลางต่ำกว่าบริเวณที่มีใบรองรับช่อดอกเล็กน้อย ในกรณีที่ดอกย่อยในช่อบานไม่พร้อมกันนั้น ดอกย่อยบานหมดแล้ว ก้านชูช่อดอกจึงจะโค้งงอลง ในบ้านเราปกติแล้ว พบว่าดอกผักตบชวาไม่มีการติดผล จึงไม่พบเมล็ดเลย นอกจากการช่วยผสมเกสรจึงทำให้ผักตบชวาเกิดผลได้ โดยพบว่าหลังจากช่วยผสมแล้ว รังไข่จะยังคงมีสีเขียวสดอยู่หลายวัน และมีการขยายตัวกลายเป็นผล ไข่อ่อนกลายเป็นเมล็ด ขณะที่เกิดผลนั้น กลีบรวมยังคงติดหุ้มอยู่จนกระทั่งผลแก่ (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2520)

<u>การระบาดของผักตบชวาในเมืองไทย</u>

คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2520) ได้กล่าวไว้ว่า ผักตบชวาเป็นพืชที่มีการระบาดอย่างกว้างขวาง ในแทบทุกจังหวัดในประเทศไทย ทั้งๆ ที่มิได้เป็นพืชพื้นเมืองของเราเลย แต่กลับเป็นพืชที่ประสบความสำเร็จในการยังชีพอยู่ในทุก ๆ แหล่งที่มีโอกาสแพร่กระจายเข้าไปไม่ว่าจะได้รับการต่อต้านจากมนุษย์สักเพียงใดก็ตาม สาเหตุของการระบาดแพร่กระจายของผักตบชวาในเมืองไทย ได้แก่

1. การนำเข้ามาจากชวา (อินโดนีเซีย ปัจจุบัน) เนื่องจากผักตบชวาเป็นพืชที่มีลักษณะทรงพุ่มและใบสวย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง มีลักษณะดอกและช่อดอกที่สวยงามมาก คือ มีกลีบที่มีลวดลายสวยงาม มีสีฟ้า เป็นช่อตั้ง ทำให้ผู้ที่พบเห็นนำไปปลูกตามที่ต่างๆ โดยนำเข้ามาจากชวาเมื่อปี พ.ศ. 2444 เมื่อนำเข้ามาใหม่ๆ นั้น ผู้นำเข้าได้นำไปปลูกเป็นไม้ประดับในวังสระประทุม แต่หลังจากนั้นไม่นาน ก็เกิดน้ำท่วม ทำให้ผักตบชวาหลุดลอยออกไปสู่ลำคลองภายนอก

2. การกระจายไปสู่ส่วนต่างๆ ของประเทศ เมื่อผักตบชวาหลุดลอยออกจากวังสระประทุม ไปในลำคลองและแม่น้ำในกรุงเทพฯแล้ว ก็ได้เจริญเติบโตต่อไปอย่างรวดเร็ว และได้มีการนำผักตบชวาไปสู่ส่วนต่างๆ ของประเทศ ดังเช่นในกรณีดังต่อไปนี้

- พวกที่บรรทุกกุ้งหรือปลาสดไปจำหน่ายต่างจังหวัดโดยทางรถไฟหรือเรือ มักนิยมเอาผักตบชวาคลุมปิดปากตะกร้ากันแสงแดด เพราะเป็นของหาง่ายและช่วยรักษากุ้งปลาให้สดอยู่ได้นาน เมื่อไปถึงที่จำหน่ายก็โยนผักตบชวาทิ้งไป ผักตบชวาเป็นพืชที่ทนทาน แม้ว่าจะไม่ได้อยู่ในน้ำเป็นวันๆก็ยังไม่ตาย จึงมีโอกาสเจริญเติบโตต่อไปเมื่อถูกโยนลงน้ำ และในที่สุดก็ระบาดต่อไปเรื่อยๆ โดยเฉพาะถ้าที่ที่ผักตบชวาขึ้นอยู่เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร
- บางคนก็นำไปปลูกเป็นพุ่มกล่ำสำหรับเลี้ยงปลา เพราะผักตบชวาโตเร็ว และใต้กอผักตบชวา ก็เป็นที่อยู่อาศัยของปลาน้อยใหญ่เป็นอย่างดี ในการทำพุ่มกล่ำนั้น จะเอาไม้รวกปักไว้ในวงในลำน้ำ แล้วนำเอาผักตบชวาเข้าไปปลูกเลี้ยงไว้ในวงพุ่มกล่ำ ปลาจะเข้ามาพำนักอยู่ภายใต้แพผักตบชวา เพราะมีทั้งความร่มเย็น อาหาร และที่หลบซ่อนอย่างดี เมื่อสังเกต

ว่ามีปลาเข้าไปอาศัยอยู่มากพอแล้ว ก็เอาตาข่ายไปล้อมพุ่มกล่ำไว้ ดึงผักตบชวาออก แล้วลงมือจับปลาโดยใช้เครื่องมือจับปลา เช่น อวน แห สวิง ในฤดูน้ำหลาก ผักตบชวาเจริญเติบโตมากเกินความจำเป็น จนชาวบ้านต้องปล่อยผักตบชวาออกไปจากพุ่มกล่ำ ไประบาดทำความเดือดร้อนให้แก่ที่อื่นต่อไป

- ผู้เลี้ยงหมู ซึ่งนิยมใช้ผักตบชวาเป็นอาหารหมู ก็นำผักตบชวาไปปลูกเลี้ยงตามแหล่งน้ำสาธารณะ เพื่อที่ตนจะได้ไปเก็บมาเลี้ยงหมูได้ทันที

- บางคนก็เห็นว่า ผักตบชวามีดอกสวยงาม สามารถปลูกประดับสระน้ำได้ดี จึงนำไปปลูกเลี้ยงตามที่ต่างๆ

3. การพัฒนาแหล่งน้ำ ในระยะหลังนี้ ประเทศไทยได้มีการเร่งรัดพัฒนาไปทุกๆด้าน โดยเฉพาะแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรและการผลิตพลังงาน ได้มีการดำเนินการกันอย่างกว้างขวางทั่วทุกภาค ด้วยเหตุนี้ จึงเกิดอ่างเก็บน้ำในท้องถิ่นต่างๆมากมาย แหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นนี้ ได้ช่วยให้ผักตบชวามีสถานที่ที่จะขยายพันธุ์ตัวเองเพิ่มขึ้นอย่างมาก

4. การเพิ่มพูนธาตุอาหารในน้ำ ในปัจจุบัน มีกิจกรรมต่าง ๆ ที่ส่งผลให้เกิดการเพิ่มพูนธาตุอาหารในน้ำซึ่งไปกระตุ้นการเจริญเติบโตของผักตบชวาให้งอกงามเร็วยิ่งขึ้น กิจกรรมเหล่านี้ ได้แก่สิ่งต่อไปนี้

- ประชากรของมนุษย์ที่เพิ่มขึ้น ได้ทำให้เกิดความสกปรกแก่แหล่งน้ำ จากสิ่งขับถ่ายและน้ำทิ้งจากบ้านเรือน

- การตัดเผาป่า เพื่อใช้ที่ดินเพื่อการเพาะปลูก ได้ก่อให้เกิดการชะล้างพังทลายของหน้าดิน และนำเอาธาตุอาหารซึ่งธรรมชาติได้สะสมไว้เป็นเวลานานไปสู่แหล่งน้ำ

- การเพาะปลูกสมัยใหม่ นิยมใช้ปุ๋ยและยาปราบศัตรูพืช เพื่อช่วยเพิ่มผลผลิต สารเคมีเหล่านี้ ส่วนหนึ่งก็ถูกชะล้าง ไหลลงสู่แหล่งน้ำ

- การเลี้ยงสัตว์ ก็มีสิ่งขับถ่ายที่มักจะไหลลงสู่แหล่งน้ำเสมอ

- โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ก็มักจะปล่อยน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำ ความสกปรกจากกิจกรรมเหล่านี้ แท้ที่จริงแล้วก็คือปุ๋ยอย่างดีของผักตบชวา ซึ่งสามารถขึ้นได้ดีแม้กระทั่งในน้ำที่สกปรกมากๆ ซึ่งพืชน้ำอื่นๆอาจหมอยู่ไม่ได้ในสภาพเช่นนั้น

ปัญหาที่เกิดจากผักตบชวาในด้านต่างๆ นอจะสรุปได้ดังนี้

1. การกสิกรรม ผักตบชวาที่ลอยตามกระแสน้ำเป็นแพใหญ่ในฤดูน้ำหลาก ถ้าหากผ่านเข้าไปในนาข้าวขึ้นน้ำ ก็จะไปทำลายข้าวขึ้นน้ำให้เสียหาย จนไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ นอกจากนั้น ผักตบชวายังไปแย่งน้ำและธาตุอาหารที่ละลายปนมากับน้ำ ซึ่งต้นข้าวควรจะได้รับมากขึ้นจากการชลประทาน หากไม่มีผักตบชวาขึ้นอยู่ในแหล่งน้ำ บางครั้งนาข้าวที่อาศัยน้ำชลประทาน

ถึงกับขาดน้ำอย่างสิ้นเชิง เพราะผักตบชวาไปอุดตันทางระบายน้ำ ในบางกรณี หนูที่อาศัยอยู่บนแพของผักตบชวาที่ลอยมาติดกับฝั่งที่มีนาข้าว ก็ไปกัดกินข้าวของชาวนาให้เสียหายได้อย่างมาก เพราะหนูเหล่านี้มีจำนวนมากและกำลังอดโซ เนื่องจากบนแพผักตบชวาไม่ค่อยมีอาหาร

2. การประมง เนื่องจากแหล่งน้ำในปัจจุบันแทบทุกแหล่ง มีแต่ความสกปรก จึงทำให้ผักตบชวาเจริญงอกงามดีเป็นพิเศษ เมื่อขึ้นอย่างหนาแน่นในแหล่งน้ำใด แสงแดดก็จะไม่สามารถส่องลงไปถึงท้องน้ำ ทำให้พืชน้ำเล็กๆ (เรียก phytoplankton) ที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ phytoplankton เป็นอาหารของสัตว์น้ำและปลาเล็กๆ ซึ่งต่อไปก็จะกลายเป็นอาหารของปลาใหญ่ขึ้นเป็นทอดๆ ดังนั้น เมื่อผักตบชวาไปบังแสงแดดแล้ว ผลสุดท้ายปลาก็จะขาดแคลนอาหาร ทำให้มีขนาดเล็กลงและมีจำนวนน้อยลง เพราะส่วนใหญ่จะหนีไปอยู่แหล่งอื่น (ถ้ามีโอกาส) นอกจากนั้น phytoplankton นี้ ยังเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดกาซออกซิเจนในน้ำ ซึ่งจำเป็นแก่การหายใจของปลาและสัตว์น้ำทุกชนิด

ผักตบชวาที่ขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น ยังเป็นอุปสรรคต่อการจับปลา เพราะชาวประมงไม่สามารถทำงานได้โดยสะดวก แหล่งน้ำหลายแห่งเกิดตื้นเขินขึ้น เพราะผักตบชวาตายทับถมกัน ทำให้ปลาไม่สามารถอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำดังกล่าวนั้นได้

3. การชลประทาน และการไฟฟ้าพลังงาน

ต้นและรากผักตบชวาที่โตอยู่ในแหล่งน้ำ จะไปแย่งเนื้อที่การเก็บกักน้ำของแหล่งน้ำ ทำให้การเก็บรักษาน้ำได้น้อยลง

ผักตบชวา จะไปเพิ่มการระเหยของน้ำ ถ้าทำการทดลองง่ายๆ หาตุ่มขนาดเท่าๆ กันมา 2 ใบ ใส่น้ำให้เต็มทั้งคู่ ใบหนึ่งทิ้งไว้เฉยๆ อยู่กลางแดด ปล่อยให้เกิดการระเหยน้ำตามธรรมชาติ อีกใบหนึ่งนำผักตบชวามาเลี้ยงให้เต็มตุ่ม ตั้งไว้กลางแดดเช่นกัน จะพบว่าน้ำในตุ่มที่มีผักตบชวาอยู่ จะยุบเร็วกว่าในตุ่มที่ไม่มีผักตบชวามาก จากการทดลองของนักวิจัยหลายคณะพบว่าการระเหยของน้ำในที่ซึ่งมีผักตบชวาขึ้นอยู่ จะสูงกว่าในที่ซึ่งไม่มีผักตบชวาประมาณ 3-8 เท่า ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นและสภาพแวดล้อม ที่เป็นเช่นนี้ ก็เพราะใบและต้นของผักตบชวา ช่วยเพิ่มพื้นที่การระเหยน้ำของแหล่งน้ำหลายเท่าตัว ดังนั้นแหล่งน้ำใดก็ตามที่มีผักตบชวาขึ้นอยู่ น้ำในแหล่งน้ำนั้นๆจะสูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ จากการระเหยน้ำของผักตบชวาทำให้มีน้ำน้อยลงไป

เมื่อเกิดหนาแน่นขึ้น ก็จะมีการตายเน่าเปื่อยและจมลงสู่ใต้ท้องน้ำ ทำให้แหล่งน้ำตื้นเขินขึ้น ผลที่ตามมาก็คือ แหล่งน้ำนั้นๆ จะเก็บกักน้ำได้น้อยลง ถ้าเป็นทางเดินของน้ำ เช่น คลองชลประทาน น้ำก็จะไหลไม่สะดวก เป็นเหตุให้เกิดน้ำท่วมในหน้าน้ำ และขาดน้ำในหน้าแล้ง

ต้นผักตบชวาและส่วนต่างๆ ที่ตายจมลงสู่ใต้ท้องน้ำ จะไปลดอัตราการไหลของน้ำ ทำให้น้ำท่วมในด้านต้นน้ำ และขาดน้ำทางด้านท้ายน้ำ

อาจจะกล่าวได้ว่า ผักตบชวาเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้การพัฒนาแหล่งน้ำไม่ได้ผลตามเป้าหมาย ไม่ว่าในด้านการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังน้ำ และการชลประทาน ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์หลักของการพัฒนาแหล่งน้ำ นอกเหนือไปจากนั้น การขาดน้ำอันเป็นผลของการระบาดของผักตบชวา ยังมีผลกระทบกระเทือนต่อการกสิกรรม กล่าวคือ เมื่อกสิกรที่อยู่ใกล้คลองส่งน้ำปลูกพืชผลลงไป ก็หวังที่จะได้น้ำชลประทานมาหล่อเลี้ยงต้นพืช แต่ผักตบชวาก็เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้กสิกรไม่ได้รับน้ำตามที่คาดไว้ เป็นเหตุให้พืชผลเสียหาย

4. การสาธารณสุข

ผักตบชวา เป็นที่อาศัยของหอยชนิดหนึ่ง (หอย Bithynia) ซึ่งเป็นพาหะนำโรคพยาธิใบไม้ในตับ พยาธิเหล่านี้นอกจากจะเกิดขึ้นกับมนุษย์แล้ว ยังเกิดขึ้นกับปศุสัตว์ เช่น วัว ควาย อีกด้วย หอยเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในวงจรชีวิตของพยาธิใบไม้ในตับ ซึ่งคนในภาคอีสานเป็นกันมาก และขณะนี้ก็ยังไม่มียาที่จะรักษาโรคนี้ได้ผลดี วิธีที่จะป้องกันโรคนี้ อาจทำได้โดยการใช้ยากำจัดหอยให้หมดไปจากแหล่งน้ำ แต่ถ้ามีผักตบชวาขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น เมื่อฉีดยาลงไปผักตบชวาก็จะดูดยาไว้ส่วนหนึ่ง ส่วนที่เหลือก็มีน้อยจนไม่สามารถจะฆ่าหอยได้ ครั้นจะใช้ยามากขึ้นก็จะเป็นอันตรายต่อคนและสัตว์อื่นๆอีก ทั้งยังสิ้นเปลืองมากขึ้นด้วย

แหล่งน้ำที่มีผักตบชวาขึ้นอยู่ จะเป็นที่อาศัยของลูกน้ำของยุงที่เป็นพาหะนำโรคเท้าช้าง ลูกน้ำของยุงชนิดนี้ สามารถใช้ปากเจาะไชรากผักตบชวาเพื่อใช้เป็นที่หายใจ เมื่อยุงชนิดนี้มากัดคน ก็จะเกิดเป็นโรคเท้าช้าง โรคนี้มักทำให้แขน ขา หรืออวัยวะเพศบวมโต และรักษาไม่ได้ จึงถือว่าเป็นโรคที่น่ากลัวชนิดหนึ่ง

แพของผักตบชวา มักเป็นที่อาศัยของสัตว์ที่เป็นพาหะของโรค และสัตว์ร้าย เช่น หนู ซึ่งนำเชื้อกาฬโรค และงูพิษ ซึ่งก็ชอบสภาพแพผักตบชวา เพราะมีหนูอยู่ชุกชุม

5. ด้านการคมนาคมทางน้ำ

ในแม่น้ำลำคลอง ถ้ามีผักตบชวาขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น จะทำให้การคมนาคมทางน้ำเป็นไปด้วยความลำบาก กีดขวางการสัญจรทางน้ำในคลองบางแห่ง เช่น คลองรังสิตที่ติดต่อกับแม่น้ำในและแม่น้ำนอก จังหวัดนครนายก การสัญจรทางน้ำในหน้าน้ำเป็นไปโดยยาก ไม่ว่าจะเป็นเรือที่มีขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่ก็ตาม คลองธรรมชาติบางแห่ง เช่น คลองสามจุ่น ในเขตโครงการสามชุก จังหวัดอุทัยธานี มีผักตบชวาขึ้นหนาแน่น ปะปนกับต้นลำเอียก ปิดกั้นการ

สัญจรทางน้ำโดยเด็ดขาด แม้แต่ในแม่น้ำใหญ่ๆบางสาย เช่น แม่น้ำสะแกกรัง จังหวัดอุทัยธานี ในบางฤดูก็มีผักตบชวาอยู่หนาแน่น จนทำให้เรือพายไม่สามารถผ่านไปมาได้

6. การท่องเที่ยว

ในการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ ตั้งแต่ไหนแต่ไรมา มนุษย์มักจะเลือกทำเลใกล้แหล่งน้ำ เพื่อจะได้ใช้ประโยชน์จากน้ำอย่างเต็มที่ ในปัจจุบัน ผู้ที่ไม่มีโอกาสได้พำนักอยู่ที่ใกล้ๆ น้ำ ก็มักจะนิยมไปท่องเที่ยวในแหล่งที่มีน้ำ สถานที่ที่มีแหล่งน้ำใหญ่ เช่น บึงบรเพ็ด กว๊านพะเยา ทะเลสาบสงขลา และอ่างเก็บน้ำต่างๆ เป็นสถานที่ที่ประชาชนมักจะไปเที่ยวพักผ่อนหย่อนใจ ถ้าสถานที่เหล่านี้มีผักตบชวาขึ้นอยู่หนาแน่นแล้ว การที่จะพัฒนาสถานที่นั้นๆ เป็นแหล่งท่องเที่ยวก็เป็นไปได้ยาก เพราะผักตบชวามีส่วนทำลายความสวยงามของแหล่งน้ำนั้นๆ นอกเหนือไปจากการรบกวนกิจกรรมอื่นๆ ในขณะนักผ่อนหย่อนใจที่แหล่งน้ำนั้นๆ เช่น การลงเรือท่องเที่ยว การว่ายน้ำ ตกปลา ฯลฯ

7. การเศรษฐกิจและสังคม

ผักตบชวาก่อให้เกิดปัญหาในด้านต่างๆ แล้ว ซึ่งเป็นส่วนที่ก่อให้เกิดปัญหาทางด้านเศรษฐกิจและสังคม เช่น เมื่อการพัฒนาแหล่งน้ำไม่ได้ผลเต็มตามเป้าหมาย การเพาะปลูกซึ่งอาศัยน้ำ ก็ย่อมจะได้ผลผลิตน้อยกว่าที่ควร รายได้ลดลง ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญอย่างยิ่งที่จะทำให้แผนพัฒนาประเทศไทยไม่ได้ผลตามความมุ่งหมาย สำหรับความเสียหายทางด้านเศรษฐกิจและสังคมนั้น ในประเทศไทยยังไม่มีการคำนวณออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอน แต่ละหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาแหล่งน้ำ เช่น กรมชลประทาน การไฟฟ้าฝ่ายผลิต กรมประมง และเทศบาลท้องถิ่นต่างๆ ต้องเสียค่าใช้จ่ายจากงบประมาณแผ่นดินปีละหลายสิบล้านบาท

ในด้านความเดือดร้อนรำคาญที่ราษฎรได้รับ อันเนื่องมาจากสาเหตุของผักตบชวาก็ไม่สามารถจะประมาณออกมาเป็นตัวเงินได้ ดังตัวอย่างเช่น ในกรณีผู้อาศัยอยู่ตามเรือนแพในแม่น้ำสะแกกรัง จังหวัดอุทัยธานี ต้องประสบกับความเดือดร้อนจากปัญหาผักตบชวาเป็นประจำ โดยเฉพาะในหน้าน้ำ ทำให้การสัญจรทางน้ำเป็นไปโดยความยากลำบาก และบางครั้งเมื่อแนวผักตบชวาลอยมาปะทะกับเรือนแพ อาจทำให้เรือนแพนั้นพังเสียหาย หรือถูกดันออกสู่กระแสน้ำได้ ในกรณีของโรคภัยไข้เจ็บและอันตรายจากสัตว์ร้าย อันมีสาเหตุมาจากผักตบชวาก็เช่นเดียวกัน ที่ก่อให้เกิดปัญหาทางด้านสาธารณสุขแก่ราษฎรเป็นอันมาก (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2520)

การใช้ประโยชน์จากผักตบชวา

ผักตบชวาเป็นวัชพืชที่ก่อให้เกิดผลเสียทางด้านต่าง ๆ มากมาย ก่อให้เกิดปัญหาด้านนิเวศวิทยาและด้านเศรษฐกิจโดยเฉพาะในประเทศเขตร้อน เนื่องจากเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จนก่อให้เกิดปัญหาแก่แหล่งน้ำ ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการกำจัดและควบคุมอย่างมาก แต่ก็ไม่สามารถควบคุมปริมาณผักตบชวาได้ ในปัจจุบันมีหน่วยงานหลายแห่งที่ให้ความสนใจในการวิจัยการใช้ประโยชน์จากผักตบชวา โดยมีการนำมาใช้ประโยชน์ดังนี้

1. ใช้เป็นอาหารสำหรับเลี้ยงสัตว์

สัตว์ประเภทเคี้ยวเอื้อง เช่น โค กระบือ จะมีจุลินทรีย์ภายในกระเพาะที่สามารถย่อยผักตบชวาที่กินเข้าไปได้ และยังสามารถให้ธาตุอาหารต่าง ๆ อย่างเพียงพอแก่สัตว์ประเภทเคี้ยวเอื้องได้ (Gopal and Sharma, 1981)

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผักตบชวา พบว่า ประกอบด้วย โปรตีน 5 - 26 เปอร์เซ็นต์ เซลลูโลส 20 - 42 เปอร์เซ็นต์ เส้นใย 3 - 21 เปอร์เซ็นต์ และเกลือแร่ 17 - 26 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ ยังมีแร่ธาตุหลายชนิด เช่น ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แมงกานีส ทองแดง สังกะสี แมกนีเซียม และกำมะถัน ในปริมาณใกล้เคียงกับพืชที่ใช้เลี้ยงสัตว์ทั่วๆ ไป (Gopal and Sharma, 1981)

ในประเทศจีน ได้มีการนำเอาผักตบชวามาสับเป็นชิ้นเล็กๆแล้วนำมาต้มกับผักต่างๆ รำข้าว กากมะพร้าว และเกลือ เพื่อใช้เลี้ยงหมู เป็ด และปลา ส่วนในมาเลเซีย จะใช้ปลาป่นผสมเข้าไปด้วย

2. ใช้ทำปุ๋ยหมัก

จากผลการทดลองของกรมพัฒนาที่ดิน การทำปุ๋ยหมักจากผักตบชวาโดยใช้สารเร่งชนิดต่างๆ เช่น มูลสัตว์ ปุ๋ยเคมี หรือปูนขาว จะทำให้การสลายตัวของผักตบชวาเร็วกว่าที่ไม่ได้ใช้สารเร่งผสม และเมื่อสลายตัวได้ปุ๋ยหมักแล้ว ปริมาณและน้ำหนักของปุ๋ยหมัก จะลดลงเหลือประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ และ 30 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณและน้ำหนักเดิม ตามลำดับ (ปรัชญา ธัญญาดี, 2529)

Watson (อ้างถึงใน Gopal and Sharma ,1981) ได้อธิบายกระบวนการทำปุ๋ยหมักไว้ว่า ประกอบด้วยการนำเอาผักตบชวาที่ตากแห้งแล้ว มาผสมกับขี้เถ้า ดิน มูลสัตว์ และเศษใบไม้ต่าง ๆ นำไปหมักในคอกที่ทำด้วยไม้ไผ่ กระบวนการหมักจะเกิดขึ้นประมาณ 3 - 4

สัปดาห์ อุณหภูมิระหว่างการหมักจะสูงขึ้นถึง 60 องศาเซลเซียส จากนั้น ปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 3 เดือน ก็สามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ยได้

การนำผักตบชวามาผลิตเป็นปุ๋ย เพื่อใช้ในระบบการเกษตรอีก นับว่าเป็นการดึงเอาธาตุอาหารที่สูญเสียไปโดยการชะล้าง กลับมาใช้ในระบบการเกษตร ซึ่งจัดได้ว่าเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างคุ้มค่าที่สุด ธาตุอาหารต่างๆ ที่ถูกชะล้างและสูญเสียไปจากดิน จะละลายอยู่ในแม่น้ำ ลำคลอง ถ้าไม่มีผักตบชวาที่ขึ้นอยู่ในน้ำ เพื่อดึงเอาธาตุอาหารต่างๆ ที่ละลายอยู่มาใช้ให้เป็นประโยชน์ ก็จะทำให้ธาตุต่างๆ เหล่านั้น ไปสะสมในทะเล มหาสมุทร ทำให้สูญเสียธาตุอาหารโดยเปล่าประโยชน์ นอกจากนี้ธาตุอาหารต่างๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำนั้น ก็คือสาเหตุที่จะทำให้แหล่งน้ำสกปรก ถ้าไม่มีสิ่งใดช่วยดูดซับ

3. ใช้เป็นวัสดุในการเพาะเห็ดฟาง

ในพื้นที่บางแห่งที่ไม่สามารถหาฟางมาเพาะเห็ดได้ ก็สามารถนำเอาผักตบชวามาใช้แทนได้ โดยนำผักตบชวาไปตากให้แห้ง แล้วนำมากองสลับหัวและหางกันเป็นชั้น ๆ โดยให้แต่ละชั้นหนา 25 เซนติเมตร ต่อจากนั้นรดน้ำให้ชุ่ม พร้อมทั้งโรยเชื้อเห็ดฟางไว้ระหว่างแต่ละชั้นของข้าง ๆ กอง จากนั้นคลุมด้วยผ้าพลาสติก พบว่าถ้ากองเพาะเห็ดมีขนาด 4 x 2 x 1 เมตร จะได้เห็ดฟาง 12-15 กิโลกรัมภายในเวลา 2-3 สัปดาห์ (สมัคร ยิ่งยง, 2519)

4. ใช้ผลิตกาซชีวภาพ

ผักตบชวานำมาใช้ผลิตกาซชีวภาพได้ เนื่องจากเป็นพืชซึ่งมีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่สูงมีสารอินทรีย์และอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่เหมาะสม (ประมาณ 20 : 1 ถึง 30 : 1) (Gopal and Sharma, 1981) สำหรับปริมาณกาซที่ผลิตได้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมและองค์ประกอบหลายอย่าง Wolverton และ McDonald (1981) พบว่า ผักตบชวาสด 1 กิโลกรัมผลิตกาซมีเทนได้ 13.9 ลิตร ผักตบชวาแห้ง 1 กิโลกรัมผลิตกาซมีเทนได้ 198 ลิตร

อย่างไรก็ตาม การผลิตกาซชีวภาพ จะคุ้มค่าหรือไม่เมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงชนิดอื่นขึ้นกับสภาวะทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่นนั้น ๆ ในสหรัฐอเมริกา พบว่าคุณค่าทางด้านเชื้อเพลิงของกาซชีวภาพ ไม่เหมาะสมทางเศรษฐกิจสำหรับประเทศด้อยพัฒนาหรือประเทศที่กำลังพัฒนา

คุณค่าในด้านการเป็นเชื้อเพลิงของกาซชีวภาพที่ผลิตจากมูลสัตว์ ยังแพงกว่าเชื้อเพลิงทั่วไปในเวลานี้ ดังนั้น กาซชีวภาพที่ผลิตจากผักตบชวา ซึ่งจะมีราคาสูงกว่ากาซชีวภาพที่

ผลิตจากมูลสัตว์ จึงไม่เหมาะสมมากยิ่งขึ้นในด้านการทดแทนเชื้อเพลิงทั่วไป (Gopal and Sharma, 1981) การใช้ประโยชน์จากผักตบชวา จึงน่าจะมุ่งไปที่การแปรรูปเป็นอาหารสัตว์ แล้วนำมูลสัตว์มาผลิตกาซชีวภาพ หรือนำผักตบชวาไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น เช่น ทำเป็น LPC

5. ใช้แก้ปัญหาน้ำเสีย

สารต่าง ๆ ที่อยู่ในน้ำเสีย เราไม่สามารถที่จะกำจัดหรือทำลายให้หมดไปได้ แต่เราสามารถที่จะลดปริมาณ หรือเปลี่ยนรูปให้อยู่ในรูปที่ไม่เกิดโทษหรือนำไปใช้ประโยชน์อื่น เช่น การนำผักตบชวามาใช้บำบัดน้ำเสีย ผักตบชวาจะดูดเอาสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ต่าง ๆ เข้าไปภายในต้น ทำให้ความเข้มข้นของสารในน้ำลดลง เมื่อนำผักตบชวาที่เติบโตขึ้นมาขึ้นจากน้ำก็จะกลายเป็นของเสียในรูปของแข็งที่จะต้องกำจัดต่อไปอีก หรือหากผักตบชวาตายลงไปในน้ำ สารต่าง ๆ ก็จะละลายกลับลงไปในน้ำอีก ดังนั้น การใช้ผักตบชวาในการบำบัดน้ำเสีย จึงต้องควบคุมการเจริญเติบโตอย่างเหมาะสมด้วยการนำต้นผักตบชวาขึ้นจากแหล่งน้ำเพื่อนำไปกำจัดต่อไป

ผักตบชวาทำหน้าที่เป็นตัวกรองชีวภาพ (biological filtration agent) เพื่อลดค่าบีโอดีและของแข็งแขวนลอย รวมทั้งมลสารอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากรากของผักตบชวาที่หยั่งลงไปในน้ำทำให้สามารถดูดมลสารต่าง ๆ จากน้ำเสียได้โดยตรง อัตราการลดค่าบีโอดีนั้นส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถของรากที่จะดูดซึมสารต่าง ๆ และขบวนการทางชีวเคมีภายในต้น อีกส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสีย และที่ยึดเกาะอยู่กับรากซึ่งหยั่งยาวลงไปในน้ำ โดยรากจะทำหน้าที่คล้ายตัวกลางให้จุลินทรีย์ยึดเกาะ เมื่อน้ำเสียไหลผ่านรากผักตบชวา ก็จะถูกจุลินทรีย์ทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ สำหรับการลดค่าของแข็งแขวนลอยซึ่งส่วนใหญ่มักจะเป็นสาหร่าย (algae) ไม่สามารถดำรงชีพอยู่ได้ นอกจากนี้ ยังถูกรากดูดจับและกรองอีกชั้นหนึ่ง ทำให้น้ำใสและมีของแข็งแขวนลอยต่ำ ดังนั้น บ่อบำบัดน้ำเสียซึ่งมีผักตบชวา จึงมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียสูงกว่าบ่อบำบัดน้ำเสียแบบธรรมดา (สุรพล สายพานิช, 2529 ; McDonald, 1980)

ผักตบชวา เป็นพืชที่มีความสามารถในการดูดโลหะหนักได้ดี จึงสามารถนำผักตบชวาไปใช้ในการบำบัดน้ำเสียได้ ซึ่งแต่ละส่วนของต้น จะสะสมโลหะหนักไว้ในปริมาณต่างกัน Buddhari, Virabalin and Aikamphon (1984) ได้ทำการศึกษาผลของความเข้มข้นของตะกั่วภายนอกต้นพืช ต่อการนำไปใช้และการกระจายของตะกั่วในต้นผักตบชวา โดยปลูกผักตบชวาในสารละลายที่มี Pb เข้มข้น 0 , 1, 10 และ 100 ppm พบว่าผักตบชวาจะดูดตะกั่วเข้าไปสะสมที่ส่วนรากและเหง้าซึ่งเป็นส่วนของต้น มากกว่าส่วนที่เป็นใบ เมื่อความเข้มข้นของตะกั่วภายนอกมากขึ้น ก็จะยิ่งทำให้ตะกั่วไปสะสมในรากมากขึ้นกว่าส่วนอื่นๆ ตะกั่วที่ถูกดูดเข้าไปจะไปเกาะอยู่ตามผนังเซลล์

6. ทำเครื่องถักสาน

ก้านใบผักตบชวาสามารถนำมาใช้ทำเครื่องถักสานได้ดี เช่น เปลญวน กระบุง ตะกร้า กระเป๋า หมวก ฯลฯ

7. ใช้เป็นวัสดุปลูกพืช

รัชนี วีรพลิน (2531) ได้ทำการวิจัยปลูกพืชในแพผักตบชวา ซึ่งใช้ผักตบชวาแห้งเป็นวัสดุปลูกแทนดิน โดยทำแพไม้ไผ่ขนาด 1 x 1 เมตร ที่มีพื้นทำด้วยไม้รวก ปูตาข่ายพลาสติกบนพื้นแพไม้ไผ่ นำผักตบชวาทั้งต้นที่ตากแห้งน้ำหนัก 30 กิโลกรัมใส่ลงในแพไม้ไผ่ อัดผักตบชวาให้แน่น ในระหว่างที่กำลังอัดผักตบชวาจะต้องคอยรดน้ำให้ชุ่ม หยอดเมล็ดพืชที่จะปลูก เช่น มะเขือเทศ ผักกวางตุ้ง หรือพืชผักสวนครัวอื่น ๆ ใส่ลงไปในแพผักตบชวา ให้เมล็ดพืชอยู่ลึกลงไปในผักตบชวาพอควร นำแพผักตบชวาไปลอยในบ่อน้ำขนาดใหญ่ หรือในแหล่งน้ำธรรมชาติที่ไม่ใช่น้ำนิ่งและมีผักตบชวาขึ้นอยู่แล้ว ลอยแพผักตบชวาให้อยู่กลางแดดจัด จากผลการวิจัย พบว่าเมล็ดพืชที่ปลูกในแพสามารถงอกได้ในเวลาประมาณ 1 ถึง 2 สัปดาห์ และเจริญเติบโตต่อไปได้อย่างดี โดยไม่ต้องรดน้ำหรือไม่ต้องใส่ปุ๋ยให้กับแพผักตบชวา เพราะน้ำและแร่ธาตุจากบ่อน้ำจะซึมขึ้นมาบนแพผักตบชวาได้เอง พืชที่ปลูกในแพผักตบชวานี้มีการเจริญเติบโตดีจนสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตมารับประทานได้ แนวความคิดในการทำแพผักตบชวาเช่นนี้ นับว่ามีความสำคัญและมีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการใช้ประโยชน์จากผักตบชวา และยังจัดเป็นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินวิธีการหนึ่งด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางสาวบุญธิดา โฆษิตทรัพย์ เกิดวันอังคารที่ 4 เมษายน พ.ศ. 2510 จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับสอง) สาขาพฤกษศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2531 เข้าศึกษาโดยวิธีพิเศษ ตามโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.) และได้รับทุนจุฬา ฯ คณะวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2528-2531 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาพฤกษศาสตร์ สาขาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2532 ได้รับทุนผู้ช่วยวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2532-2533 ได้รับทุนผู้ช่วยสอน ภาควิชาพฤกษศาสตร์ และทุนอุดหนุนการวิจัย จากบัณฑิตวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2534

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย