การเจริญเติบโตของหญ้าแฝกในการปรับปรุงคุณภาพน้ำของหนองน้ำเสียชุมชน

The Growth of Vetiver Grass to Improve Water Quality of Community Waste Pond

มงคล ต๊ะอุ่น[1], สันติภาพ ปัญจพรรค์[1], พัชรี ธีรจินดาขจร[1] และ วันเพ็ญ วิโรจน์กูฏ[2]
Mongkon Ta-oun[1], Santibhab Panchaban[1], Patcharee Therajindakajorn[1] and Wanpen Virojanakud[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาการเจริญเติบโตของหญ้าในหนองน้ำชุมชนเพื่อปรับปรุงคุณภาพของน้ำ โดยใช้หญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 ที่ทำการเพาะเลี้ยงเจริญเต็มที่ในกระบะเพาะขนาด 25 x 40 ซม. และผูกเป็นแพจำนวน 20 กระบะ (1.2 x 2.7 ม.) แล้วนำไปบำบัดน้ำเสียที่มีแหล่งได้รับมลภาวะ 4 ระยะทาง คือ 1) ระยะทาง/ศักยภาพที่ได้รับมลภาวะมากที่สุด 2) ระยะทาง/ศักยภาพที่ได้รับมลภาวะมาก 3) ระยะทาง/ศักยภาพที่ได้รับมลภาวะปานกลางและ 4) ระยะทาง/ศักยภาพที่ได้รับมลภาวะน้อย โดยแต่ละระยะทางประกอบด้วย 3 แพ (ซ้ำ) การศึกษาพบว่าหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 สามารถเจริญเติบโตได้ดีในน้ำเสีย โดยทำให้การเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและราก (น.น.แห้ง) เฉลี่ยเมื่ออายุ 4 เดือน มีค่าเท่ากับ 11.7 และ 2.6 กก./ตรม. ที่อายุ 8 เดือน ให้น้ำหนักเท่ากับ 19.8 และ 4.9 กก./ตรม. ส่วนอายุ 1 ปีให้น้ำหนักเท่ากับ 16.7 และ 5.3 กก./ตรม. ตามลำดับ หญ้าแฝกสามารถลดความรุนแรงการเกิดมลภาวะของน้ำเสียได้โดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อน (เมษายน) ที่ก่อให้เกิดมลภาวะรุนแรงมากที่สุดโดยช่วยลดความเหม็นของกลิ่นและสามารถทำให้คุณภาพน้ำดีขึ้นโดยค่า BOD ลดลง ดังนี้ 1) ระยะทาง/ศักยภาพที่ได้รับมลภาวะมากที่สุด 2) มาก 3) ปานกลางและ 4) น้อย มีค่าเท่ากับ 85, 84, 68 และ 76 มก./ลิตร ตามลำดับ ขณะที่แหล่งมลภาวะมีค่าเท่ากับ 398 มก./ลิตร

คำสำคัญ: การบำบัดน้ำเสีย การเจริญเติบโตหญ้าแฝก ศักยภาพที่เกิดมลภาวะหนองน้ำ

[1] ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002
[1] Department of Land Resources and environment, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002
[2] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002
[2] Faculty of Engineer, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

Abstract

To use vetiver grass for reduce different degree of wastewater from community. Vetiver seedlings os Songkla-3 ecotype were grown in 25 x 40 cm. plastic tray then they were tightened together into bigger 1.3 x 2.7 m. rafts. These floating rafts were treated in the following treatments 1) distance/highest potential for pollution 2) distance/high potential for pollution 3) distance/medium potential for pollution and 4) distance/low potential for pollution. Each distance composed of a set of 3 floating rafts. Results revealed that vetiver grass can grow well in polluted water in the studied conditions. The shoot and root dry weight were 11.7 and 2.6 kg/m^2 at 4 months, 19.8 and 4.9 kg/m^2 at 8 months and 16.7 and 5.3 kg/m^2 at 1 year respectively. Nevertheless, vetiver grass can reduce polluted water best in summer (April) which was the peak of pollution by reducing bad odor. Bad odor from polluted water took place only in the morning while the smell on the afternoon and evening was normal when treated with vetiver. Water qualities also were improved by the treatments of vetiver that was, BOD for distance and potential levels for 1) highest 2) high 3) medium and 4) low were 85, 84, 68 and 76 mg/l respectively while the BOD from polluted source was 398 mg/l.

Keywords: Potential Source of Pollution, vetiver growth, wastewater treatment

คำนำ

ปัญหาสภาพแวดล้อมในปัจจุบันมีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าปัญหาอื่น ๆ ที่จะต้องปรับปรุงแก้ไขและป้องกันไปพร้อมๆกับการพัฒนาประเทศในด้านอื่น ๆ ดังนั้นการอนุรักษ์ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมจึงเป็นงานที่ท้าทาย ทั้งในด้านดิน น้ำ ขยะ ของเสียต่าง ๆ โดยเฉพาะปัญหามลพิษของน้ำเสียที่เห็นเด่นชัดในปัจจุบัน เช่น เมืองอุตสาหกรรม ชุมชนที่หนาแน่น หรืออุตสาหกรรมขนาดเล็กที่เกิดขึ้นทั่วไปในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งก่อให้เกิดน้ำเสียและมีการปล่อยลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ ทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมา ปัจจุบันได้มีการนำหญ้าแฝกมาใช้ในการอนุรักษ์ดินและน้ำ ปรับปรุงสภาพแวดล้อมให้ดีขึ้น เนื่องจากระบบรากของหญ้าแฝกเป็นรากฝอย (fibrous root) ปลายรากมีลักษณะคล้ายฟองน้ำห่อหุ้ม นักอนุรักษ์ดินและน้ำได้ให้ความสำคัญของระบบรากแฝกมากกว่าอย่างอื่น ทั้งนี้นอกจากจะมีปริมาณมากยังสานแน่นและทำหน้าที่ยึดเหนี่ยวดิน สามารถลดหรือป้องกันการกัดกร่อนของดินได้เป็นอย่างดี การกระจายของรากจากการศึกษาเบื้องต้น พบว่าจะหยั่งลึกลงดินในแนวลึกมากกว่าแนวนอน รากของหญ้าแฝกที่สานแน่นทำหน้าที่เหมือนกำแพงในการกักเก็บความดูดความชื้น ดูดซับธาตุอาหารและโลหะหนัก นอกจากนี้ยังมีการใช้ประโยชน์หญ้าแฝกในงานอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศวิทยา โดยการปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวขนานไปตามคลองส่งน้ำหรือแม่น้ำลำคลอง ทั้งนี้หญ้าแฝกลุ่ม เช่น สงขลา 3, ศรีลังกา, ใหม่ห้วยหวาย, กำแพงเพชร 2 สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพน้ำขังและทนน้ำขังได้ดี (อรุณ, 2548; มงคล และคณะ 2544) แถบหญ้าแฝกจะช่วยดักตะกอนดินและขยะมูลฝอยไม่ให้ลงไปสู่แม่น้ำลำคลอง ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้เกิดการตื้นเขินและน้ำเน่าเสีย การปลูกหญ้าแฝกในบริเวณดังกล่าวจะช่วยให้น้ำแหล่งน้ำมีความใสสะอาดขึ้น โดยระบบของรากหญ้าแฝกจะดูดซับแร่ธาตุอาหารพืชสะสมไว้ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นตามระดับ

ธาตุอาหารที่ได้รับหรืออัตราที่ให้ (มงคล และคณะ, 2545) ตลอดจนปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียที่เกิดจากอุตสาหกรรมและชุมชน (Truong, 2003) และรากหญ้าแฝกพันธุ์ต่าง ๆ สามารถเพิ่ม pH (พัชรี และมงคล, 2544) ซึ่งเป็นการสร้างความสมดุลและรักษาสิ่งแวดล้อมอีกวิธีหนึ่ง

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกในปรับปรุงคุณภาพน้ำที่เกิดมลภาวะของหนองน้ำที่มีแหล่งทำให้เกิดการเน่าเสียของน้ำที่แตกต่างกัน

วิธีการดำเนินการวิจัย

ทำการเพาะปลูกหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 ในถุงพลาสติกเมื่อหญ้าแฝกแตกหน่อจึงทำการเลี้ยงในกระบะเพาะขนาด 25 x 40 ซม. โดยใช้ 5 กอต่อกระบะทำการเลี้ยงให้หญ้าแฝกเจริญเต็มที่ประมาณ 3 เดือน จึงตัดให้สูงประมาณ 1 เมตรจากนั้นจึงผูกเป็นแพจำนวน 20 กระบะต่อแพ (1.2 x 2.4 ม.) โดยใช้เหล็กท่อน้ำประปาเป็นโครงสร้างและมีทุ่นทั้ง 4 ด้าน จากนั้นจึงนำไปบำบัดน้ำเสียของหนองน้ำชุมชน ณ ชุมชนบ้านศรีฐาน ตำบลในเมือง จังหวัดขอนแก่น ซึ่งแหล่งมลภาวะของน้ำเสียเกิดจากน้ำเสียจากบ้านเรือน เป็นแหล่งน้ำนิ่งไม่มีการไหลออก นอกจากฤดูฝนน้ำจะล้นออกสู่คลองส่งน้ำเสียของเมืองขอนแก่น โดยน้ำจะเสียมากในช่วงฤดูแล้ง ขณะที่ฤดูฝนและหนาวจะมีความรุนแรงน้อย การศึกษาครั้งนี้มีแหล่งได้รับมลภาวะ 4 ระยะทาง คือ 1) ระยะทาง/ศักยภาพที่ได้รับมลภาวะมากที่สุด 2) ระยะทาง/ศักยภาพที่ได้รับมลภาวะมาก 3) ระยะทาง/ศักยภาพที่ได้รับมลภาวะปานกลางและ 4) ระยะทาง/ศักยภาพที่ได้รับมลภาวะน้อย โดยแต่ละระยะทางประกอบด้วย 3 แพ (ซ้ำ) และทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ (มงคล, 2538; 2548) ระยะการศึกษา 1 ปี (2547-2548)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

1. การเจริญเติบโตของหญ้าแฝกในหนองน้ำเสียชุมชน

1.1 จำนวนต้นต่อกอของหญ้าแฝก

การเจริญเติบโตด้านการแตกกอของหญ้าแฝกที่ปลูกในกระบะลอยอยู่บนหนองน้ำเสีย พบว่าการเจริญเติบโตด้านการแตกกออยู่ในเกณฑ์ปกติโดยเฉลี่ยเท่ากับ 15, 30 และ 30 ต้น/กอ ที่ระยะเวลา 4, 8 และ 12 เดือนตามลำดับ โดยหญ้าที่ได้รับแหล่งมลภาวะมากที่สุดจะมีการแตกกอมากกว่าได้รับแหล่งมลภาวะต่ำ ดังนี้ 1) ระยะทาง/ศักยภาพที่ได้รับมลภาวะมากที่สุด 2) มาก 3) ปานกลางและ 4) น้อย มีการแตกกอเฉลี่ยเท่ากับ 22, 19, 12 และ 9 ต้น/กอ ที่ระยะเวลา 4 เดือน ส่วนที่ 8 เดือนมีการแตกกอเฉลี่ยเท่ากับ 43, 37, 25 และ 17 ต้น/กอ ตามลำดับ ขณะที่ 12 เดือนมีการแตกกอเฉลี่ยเท่ากับ 44, 36, 24 และ 17 ต้น/กอ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับหญ้าแฝกที่ได้รับธาตุอาหารครบ (12 ธาตุ) ในดินทราย อายุ 4 เดือนมีการแตกกอ 8-9 ต้น/กอ ส่วนในดินเหนียวมีค่าเท่ากับ 9 -13 ต้น/กอ (มงคล และคณะ 2539) แต่เมื่อถูกขังน้ำระดับ 5-15 ซม. เป็นเวลานาน 3 เดือนมีการแตกกอเท่ากับ 27-32 ต้น/กอ (มงคล และคณะ 2544)

1.2 ความยาวของรากหญ้าแฝก

ความยาวของรากหญ้าแฝกที่แช่อยู่ในน้ำเป็นเวลานาน 4, 8 และ 12 เดือนมีแนวโน้มลดลง โดยค่าเฉลี่ย 24, 22 และ 17 ซม. ตามลำดับ ทั้งนี้หญ้าแฝกที่ได้รับแหล่งมลภาวะมากจะทำให้ความ

แฝกมากกว่าซ้ำที่ 1 และ 2 ทั้งนี้เป็นทิศทางที่ได้รับมลภาวะหรือสารอาหารต่าง ๆ ในน้ำมากกว่า ซึ่งหญ้าแฝกที่อยู่ในระยะที่ได้รับแหล่งมลภาวะมากนั้นจะเป็นสารอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเกิดจากน้ำเสียของห้องน้ำและใบไม้ที่มีการสะสมหรือทับถมกันจึงทำให้มีสารอาหารและธาตุอาหารจำนวนมาก เป็นผลให้มีการเจริญเติบโตได้ดีเมื่อเทียบกับหญ้าแฝกที่อยู่ห่างจากแหล่งมลภาวะ หญ้าสามารถเจริญเติบโตบนน้ำเสียแม้ว่าระบบรากจะถูกแช่ในน้ำเป็นเวลานานกว่า 1 ปี การจัดการก็เป็นสิ่งสำคัญ เช่นการตัดแต่งไม่ให้หญ้าแฝกออกดอกเมื่อมีการออกดอกจะมีผลทำให้การแตกกอและการสร้างใบชะงักหรือหยุดการเจริญเติบโต ซึ่งจะมีผลทำให้ต้นหญ้าแฝกโทรมได้ในที่สุด

1.4 น้ำหนักแห้งของรากหญ้าแฝก

การเจริญเติบโตของรากหญ้าแฝกที่อยู่ในหนองน้ำที่ได้รับแหล่งมลภาวะมาก จะทำให้มีการเจริญมากกว่าได้รับแหล่งมลภาวะต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งให้ผลในทำนองเดียวกับน้ำหนักต้น การแตกก่อและความยาวราก ดังนี้ 1) ระยะทาง/ศักยภาพที่ได้รับมลภาวะมากที่สุด 2) มาก 3) ปานกลางและ 4) น้อย มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 3.7, 3.0, 2.1 และ 1.4 กก./ตรม. ที่ระยะเวลา 4 เดือน และเท่ากับ 5.8, 5.5, 5.5 และ 4.5 กก./ตรม. ที่ระยะเวลา 12 เดือนตามลำดับ ดังแสดงใน Table 2 การเจริญเติบโตของรากหญ้าแฝกในช่วง 12 เดือนจะมีค่าสูงสุดเฉลี่ย 5.3 กก./ตรม. ขณะที่อายุ 4 และ 8 เดือนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.6 และ 4.9

Table 2 Growth for dry root of Songkhla-3 ecotype (kg/m^2)

a) 4 months period (winter)

Potential for pollution	Rep I	Rep II	Rep III	Average*
1. distance/highest potential for pollution	2.03	3.77	5.22	3.67a
2. distance/high potential for pollution	1.74	3.71	3.48	2.98ab
3. distance/medium potential for pollution	1.16	2.03	3.19	2.13bc
4. distance/low potential for pollution	0.87	1.45	2.03	1.45c
Average C.V. (20.99%)	1.45	2.74	3.48	2.56
b) 8 months period (summer)				
1. distance/highest potential for pollution	6.21	8.70	11.60	7.45a
2. distance/high potential for pollution	4.12	6.41	9.39	5.27b
3. distance/medium potential for pollution	2.92	5.10	7.54	4.01b
4. distance/low potential for pollution	2.44	3.44	4.64	2.94c
Average C.V. (12.34 %)	3.92	5.92	8.29	4.92
c) 12 months period (rainy season)				
1. distance/highest potential for pollution	5.80	5.45	6.15	5.80a
2. distance/high potential for pollution	5.30	5.45	5.82	5.53a
3. distance/medium potential for pollution	5.10	5.45	5.86	5.47a
4. distance/low potential for pollution	4.76	4.29	4.52	4.52b
Average C.V. (4.62 %)	5.24	5.16	5.59	5.33

* Significant at 95 % contidant interval in each column of the same period, the different in small letter indicated significant at 95 % by DMRT

กก./ตรม.ตามลำดับ การอยู่ในสภาพน้ำขังเป็นเวลานานถึง 12 เดือนไม่มีผลกระทบต่อการเจริญของหญ้าแฝก อย่างไรก็ตามหญ้าแฝกที่อยู่ในด้านที่ 3 (ซ้ำที่) ซึ่งอยู่ใกล้แหล่งมลภาวะและอยู่ใกล้ฝั่งจะมีการเจริญเติบได้ดีกว่าหญ้าแฝกที่อยู่ห่างฝั่ง คือ ซ้ำที่ 1 และ 2 รากหญ้าแฝกมีน้ำหนักน้อยกว่าลำต้นและใบมาก เนื่องจากการถูกกัดกินของปลาและสัตว์น้ำ ตลอดจนการถูกย่อยสลายเมื่อถูกแช่น้ำเป็นเวลาโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ในน้ำเสียที่มากกว่าในน้ำปกติโดยทั่วไป แต่อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่าหญ้าแฝกสามารถเกิดรากใหม่ขึ้นได้ตลอดเวลาโดยเฉพาะรอบ ๆ กระบะเพาะ ซึ่งจะถูกกินโดยสัตว์น้ำได้น้อยกว่ารากหญ้าแฝกที่อยู่ในระดับลึกหรือใต้กระบะเพาะ

2. การปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียของหนองน้ำที่เกิดมลภาวะโดยกิจกรรมของหญ้าแฝก

การเปลี่ยนแปลงค่า Biochemical Oxygen Demand (BOD) ของน้ำเสียจะมีความผกผันแปรตามค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามฤดูกาลโดยในฤดูร้อนมีค่า BOD อยู่ในช่วง 16.5-398.0 มก./ลิตร ในช่วงฤดูหนาวมีค่าอยู่ในช่วง 20.4-36.6 มก./ลิตร เมื่อเปรียบเทียบแหล่งได้รับมลภาวะ 4 ระยะทางคือ 1) ระยะทาง/ศักยภาพที่ได้รับมลภาวะมากที่สุด 2) ระยะทาง/ศักยภาพที่ได้รับมลภาวะมาก 3) ระยะทาง/ศักยภาพที่ได้รับมลภาวะปานกลางและ 4) ระยะทาง/ศักยภาพที่ได้รับมลภาวะน้อยพบว่า ในฤดูหนาว (ปลายธันวาคม) มีค่า BOD เท่ากับ 18.0, 17.4, 15.6 และ 16.2 มก./ลิตรตามลำดับ ขณะที่แหล่งมลภาวะมีค่าเท่ากับ 21.6 มก./ลิตร ดังแสดงใน Table 3 ส่วนในฤดูร้อน (ปลายเมษายน) มีค่า BOD เท่ากับ 85.0, 84.0, 68.3 และ 76.5 มก./ลิตรตามลำดับ ขณะที่แหล่งมลภาวะมีค่าเท่ากับ 398.0 มก./ลิตร หญ้าแฝกสามารถทำให้การเกิดกลิ่นเหม็นลดลงโดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อน (เมษายน) ที่ก่อให้เกิดมลภาวะรุนแรงมากที่สุดซึ่งการเกิดกลิ่นเหม็นจะเกิดเพียงช่วงกลางคืน-เช้า ขณะที่ช่วงบ่ายถึงเย็น หญ้าแฝกสามารถลดกลิ่นให้อยู่ในระดับปกติไม่เหม็นรบกวน

สรุปผลการทดลอง

หญ้าแฝกลุ่ม (สงขลา 3) สามารถเจริญเติบโตได้ในหนองน้ำเสียเป็นเวลานานถึง 1 ปีได้โดยไม่ตาย โดยมีการเจริญเติบทั้งการแตกก่อ น้ำหนักต้นและรากมีค่าเฉลี่ย 30 ต้น/กอ, 16.7 และ 5.3 กก./

Table 3 Effect of Songkhla-3 ecotype to BOD value of waste water (mg/l) from different of potential for pollution

Potential for pollution	winter				summer			
	Nov.04	Dec.04	Jan.05	Feb.05	Mar.05	Apri.05	May05	Jun05
1. distance/highest potential for pollution	27.0	18.0	36.0	35.4	40.5	85.0	15.0	18.3
2. distance/high potential for pollution	25.2	17.4	33.6	33.6	39.0	84.0	11.4	18.0
3. distance/medium potential for pollution	25.2	15.6	30.0	32.4	36.0	68.3	12.3	16.8
4. distance/low potential for pollution	24.5	16.2	19.5	23.4	33.8	76.5	9.6	13.5
Average	25.5	16.8	29.8	31.2	37.3	78.4	12.1	16.7
Pollution source	28.8	21.6	20.4	36.6	85.5	398.0	30.3	26.1

ตรม. ตามลำดับ การเจริญเติบโตของหญ้าแฝกที่อยู่ในหนองน้ำที่ได้รับแหล่งมลภาวะมาก จะทำให้มีการเจริญมากกว่าได้รับแหล่งมลภาวะต่ำอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ เช่น 1) ที่ระยะทาง/ศักยภาพที่ได้รับมลภาวะมากที่สุด 2) มาก 3) ปานกลางและ 4) น้อย มีการเจริญทางลำต้นเฉลี่ยเท่ากับ 19.7, 20.9, 16.2 และ 10.1 กก./ตรม. ตามลำดับ เมื่อระยะเวลา 12 เดือน กิจกรรมของหญ้าแฝกในหนองน้ำสามารถลดความรุนแรงของการเกิดมลภาวะของน้ำเสีย ทำให้คุณภาพน้ำดีขึ้นโดยทำให้ค่า BOD ลดลงและการเกิดกลิ่นเหม็นลดลง

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้รับทุนวิจัยจาก ศูนย์วิจัยด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม-สารอันตราย มหาวิทยาลัยขอนแก่น และขอขอบคุณภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ ที่ได้อำนวยความสะดวกด้านห้องปฏิบัติการ เครื่องมือ และอุปกรณ์การวิเคราะห์ต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

พัชรี ธีรจินดาขจร และมงคล ตัะอุ่น. 2544. การเจริญเติบโตของหญ้าแฝกกับการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของดินเค็ม. สัมมนาวิชาการเกษตรประจำปี 2544, 26-27 มกราคม, คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

มงคล ตัะอุ่น. 2538. ปฏิบัติการตรวจสอบคุณภาพน้ำ. ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 96 หน้า.

มงคล ตัะอุ่น, สันติภาพ ปัญจพรรค์ และสุรศักดิ์ เสรีพงศ์. 2539. การศึกษาการดูดซับแร่ธาตุอาหารและความต้องการธาตุอาหารของหญ้าแฝก. รายงานการวิจัย คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 87 หน้า.

มงคล ตัะอุ่น, พัชรี ธีรจินดาขจร และสุทธิพงศ์ เปรื่องค้า. 2544. การจัดการน้ำเสียโดยการประยุกต์ใช้ศักยภาพของหญ้าแฝก. ว. สภาวะแวดล้อม 23(2): 1-11.

มงคล ตัะอุ่น, สันติภาพ ปัญจพรรค์, สุรศักดิ์ เสรีพงศ์ และพัชรี ธีรจินดาขจร. 2545. ศักยภาพของหญ้าแฝกต่อการสะสมแร่ธาตุอาหารที่สำคัญ. สัมมนาวิชาการเกษตรประจำปี 2545, 28-29 มกราคม, คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

มงคล ตัะอุ่น. 2548. เทคนิคและการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการดิน พืช น้ำและปุ๋ย. ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 300 หน้า.

อรุณ พงษ์กาญจนะ. 2548. สายพันธุ์หญ้าแฝกที่เจริญเติบโตได้ในน้ำเสียชุมชน. จุลสารภูมิวาริน อนุรักษ์ 19: 19-21.

Truong, P. 2003. Vetiver system for water quality improvement. in Proceeding of thethird international conference on vetiver: Vetiver and Water, 6-9 October, Guangzhou, P.R. China, pp. 64-78.