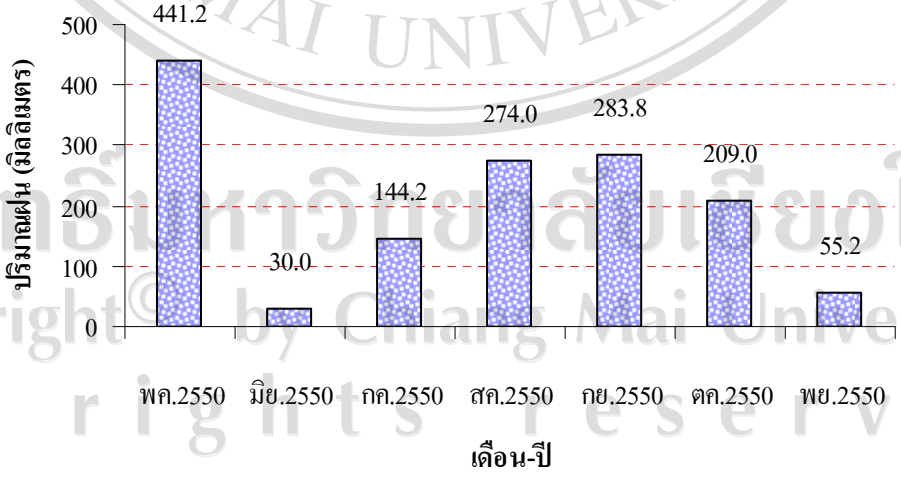
บทที่ 4
ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลการศึกษามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่สูงต่อคุณภาพลุ่มน้ำแม่สาตอนบน โดยเก็บข้อมูลน้ำฝน น้ำไหลบ่าหน้าดิน ตะกอน การสูญเสียธาตุอาหารพืช คุณภาพน้ำ ปริมาณสารพิษที่ปลดปล่อยจากลุ่มน้ำ และการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินจากการวางแปลงศึกษาน้ำไหลบ่าหน้าดิน ในพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก 4 ลุ่มน้ำได้แก่ (1) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำรอบเขาร่วมกับหญ้าแฝก (2) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบขั้นบันไดดินร่วมกับหญ้าแฝก (3) ลุ่มน้ำการเกษตรที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และ (4) ลุ่มน้ำป่าดิบเขาธรรมชาติ มีผลการศึกษาดังนี้

4.1 ปริมาณน้ำฝน

จากการติดตามข้อมูลปริมาณฝน ณ.พื้นที่ศึกษาพบว่า ฝนเริ่มตกตั้งแต่ช่วงต้นเดือนพฤษภาคม 2550 และหมดในช่วงต้นเดือน พฤศจิกายน 2550 ซึ่งปริมาณน้ำฝนตลอดฤดูรวม 1,437.4 มิลลิเมตร(ภาคผนวก ก) โดยปริมาณฝนสูงสุดวัดได้ 441.2 มิลลิเมตรในเดือนพฤษภาคม และต่ำสุดวัดได้ 30.0 มิลลิเมตรในเดือนมิถุนายน (ภาพที่ 8)

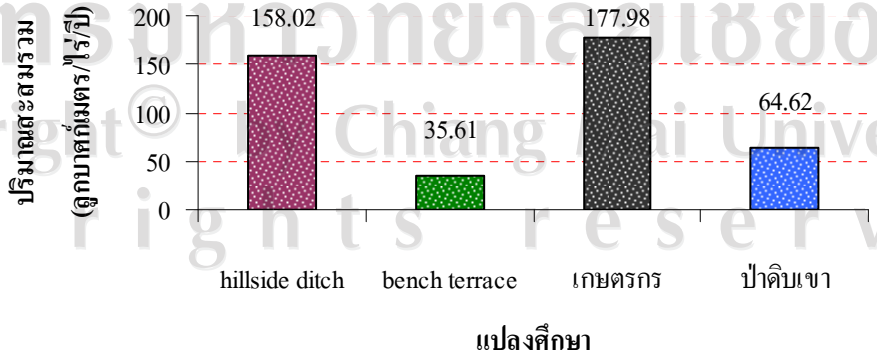


ภาพที่ 8 ปริมาณน้ำฝนบริเวณพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2 น้ำไหลบ่าหน้าดิน

ผลการศึกษาปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินโดยเก็บข้อมูลจากแปลงศึกษาน้ำไหลบ่าหน้าดิน พบว่า พื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก 4 ลุ่มน้ำได้แก่ (1) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำรอบเขาร่วมกับหญ้าแฝก (2) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบขั้นบันไดดินร่วมกับหญ้าแฝก (3) ลุ่มน้ำการเกษตรที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และ (4) ลุ่ม น้ำป่าดิบเขาธรรมชาติ มีปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน 158.02, 36.51, 177.98 และ 64.62 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ตามลำดับ (ภาพที่ 9 และภาคผนวก ต) น้ำไหลบ่าหน้าดินจากพื้นที่ทำการเกษตรของเกษตรกรมีปริมาณสูงมากถึง 177.98 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี เป็นเพราะรูปทรงของลำต้นข้าวโพดปกคลุมผิวดินได้น้อย ทำให้ผิวหน้าดินมีโอกาสปะทะเม็ดฝนโดยตรง ซึ่งส่งผลให้เม็ดดินแตกกระจายไปอุดรูดินทำให้น้ำซึมลงดินได้น้อย น้ำไหลบ่าผิวดินจึงเพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะในต้นฤดูกาลเพาะปลูก สำหรับลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำรอบเขาร่วมกับหญ้าแฝกมีปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินถึง 158.02 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี เพราะปีแรกของการศึกษาหญ้าแฝกที่ปลูกในแถบอนุรักษ์ยังไม่ตั้งตัว จึงยังไม่มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณและความเร็วของน้ำไหลบ่าหน้าดิน สำหรับลุ่มน้ำป่าดิบเขาธรรมชาติมีปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน 64.62 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ซึ่งจัดว่าค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับสองระบบที่กล่าวมาแล้วเนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวนอกจากจะมีต้นไม้ขึ้นปกคลุมแล้ว ยังมีซากพืชที่ตกทับถมและพืชพรรณต่างๆขึ้นปกคลุมบนพื้นป่าอยู่ทั่วไป ซึ่งสิ่งเหล่านี้ได้ช่วยยึดเก็บน้ำฝนไว้ได้ในปริมาณสูง ทำให้ช่วยลดปริมาณและอัตราการไหลของน้ำบนผิวดินลงได้มาก ส่วนลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบขั้นบันไดดินร่วมกับหญ้าแฝกมีปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินน้อยที่สุดเพราะแถบหญ้าแฝกที่ปลูกตามขั้นบันไดดินได้เจริญเติบโตเต็มที่เนื่องจากปลูกหลายปี จึงมีประสิทธิภาพอย่างมากในการชะลออัตราการไหลของน้ำให้ลดลง ทำให้น้ำซึมลงไปในดินได้มาก ปริมาณน้ำไหลบ่าผิวดินจึงลดลงมากด้วย



ภาพที่ 9 ปริมาณสะสมรวมของน้ำไหลบ่าหน้าดิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3 การสูญเสียดิน

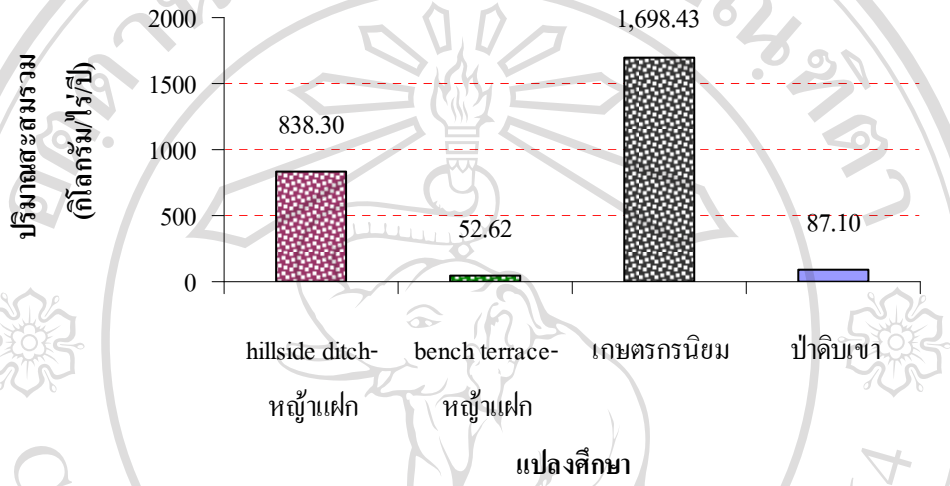
ผลของการเก็บตะกอนดินจากถังดักตะกอนในช่วงระยะเวลาของการศึกษาพบว่าปริมาณตะกอนจากพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก 4 ลุ่มน้ำได้แก่ (1) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำรอบเขาร่วมกับหญ้าแฝก (2) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบขั้นบันไดดินร่วมกับหญ้าแฝก (3) ลุ่มน้ำการเกษตรที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และ (4) ลุ่มน้ำป่าดิบเขาธรรมชาติ มีปริมาณ 838.30, 52.62, 1,698.43 และ 87.10 กิโลกรัม/ไร่/ปี ตามลำดับ (ภาพที่ 10 และภาคผนวก ต) เมื่อพิจารณาดูข้อมูลปริมาณการสูญเสียดินทุกพื้นที่แล้วเห็นได้ว่าปริมาณการสูญเสียดินแต่ละพื้นที่ นอกจากจะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ไหลบ่าบนผิวดินแล้ว ยังขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพของพื้นดินด้วย กล่าวคือ พื้นที่ทำการเกษตรของเกษตรกรที่มีปริมาณสะสมรวมของการสูญเสียดินสูงที่สุดใน เนื่องจาก จากลักษณะของพื้นที่ที่มีความลาดชัน การยกร่องแปลงเพื่อปลูกข้าวโพดของเกษตรกรไม่ได้ทำขวางแนวลาดชันของพื้นที่ พื้นที่ว่างบนแปลงและระหว่างแปลงไม่มีพืชพรรณหรือสิ่งใดปกคลุมดิน ดังนั้นเมื่อใดก็ตามที่ฝนตกเม็ดฝนที่ตกลงสู่พื้นจะทำลายเม็ดดินให้แตกกระจายออกจากกัน โดยส่วนที่แตกออกส่วนหนึ่งจะไปอุดรูพรุนบนผิวดินทำให้ อัตราการซึมของน้ำลงสู่ดินเป็นไปได้ช้าทำให้เกิดการสะสมของน้ำบนผิวดินและเกิดน้ำไหลบ่าบนผิวดินในที่สุด และเป็นการง่ายที่น้ำจะพัดพาเอาดินที่แตกกระจายที่ค้างอยู่บนผิวดินออกไปด้วย ส่งผลให้ตะกอนจากพื้นที่ทำการเกษตรของเกษตรกรมีมากถึง 1,698.43 กิโลกรัม/ไร่/ปี

พื้นที่แบบคูรับน้ำรอบเขาร่วมกับหญ้าแฝกที่มีปริมาณสะสมรวมของการสูญเสียดินรองลงมาเป็นอันดับสองเท่ากับ 838.30 กิโลกรัม/ไร่/ปี เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวถึงแม้ว่าจะได้จัดทำระบบอนุรักษ์แล้วก็ตาม แต่ช่วงเวลาที่ศึกษาแถบหญ้าแฝกดังกล่าวยังไม่เจริญเท่าที่ควร จึงไม่สามารถชะลอน้ำไหลบ่าหน้าดินและดักตะกอนได้มากนัก คาดว่าในปีต่อๆไปเมื่อแถบหญ้าแฝกสมบูรณ์ขึ้นระบบนี้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้น

พื้นที่ป่าดิบเขาที่มีปริมาณสะสมรวมของการสูญเสียดินค่อนข้างน้อยซึ่งเท่ากับ87.10 กิโลกรัม/ไร่/ปี เนื่องจากป่าดิบเขาปกคลุมด้วยพืชพรรณต่างๆอย่างหนาแน่น เรือนยอดซึ่งประกอบด้วยกิ่ง ใบ ดอก ผล จะมีความสามารถในการดูดยึดน้ำฝนและป้องกันไม่ให้เม็ดฝนตกกระทบผิวดินโดยตรง และที่พื้นป่าซึ่งปกคลุมด้วยส่วนต่างๆของพืชหรือ litter แบ่งเป็น2 ชั้นได้แก่ ชั้นบนประกอบด้วย กิ่ง ใบ และส่วนอื่นๆที่ยังไม่สลายตัว ชั้นนี้จะป้องกันผิวดินไม่ให้ปะทะเม็ดฝนซากพืชยังยับยั้งหรือลดความเร็วของน้ำไหลบ่าหน้าดิน น้ำจึงมีโอกาสซึมผ่านผิวดินได้มากขึ้น ส่วนชั้นล่างประกอบด้วยส่วนของพืชที่สลายตัว มีสมรรถนะในการเก็บยึดน้ำได้สูง จากบทบาทของ litter ทั้งในแง่ที่ช่วยเก็บยึดน้ำผิวดินและป้องกันผิวดิน ซึ่งเกื้อกูลให้เกิดสภาวะผิวดินเปิด ที่ทำให้เกิดน้ำซึมผ่านผิวดินในอัตราสูง ทำให้น้ำไหลบ่าหน้าดินน้อยและการสูญเสียตะกอนน้อยด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนพื้นที่ที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบขั้นบันไดดินร่วมกับหญ้าแฝกมีปริมาณสะสมรวมของการสูญเสียดินน้อยที่สุดนั้น เนื่องจากแถบหญ้าแฝกที่ใช้เป็นแถบอนุรักษ์นั้นนอกจากจะช่วยลดช่วยลดปริมาณน้ำและชะลออัตราการไหลของน้ำที่ไหลบ่าบนผิวดินแล้ว ยังช่วยกรองเอาเม็ดดินและสิ่งต่างๆที่ถูกพัดพามากับน้ำที่ไหลบ่าช่วงเวลาที่มีฝนตกเอาไว้ได้ค่อนข้างมาก ถ้าฝนตกไม่มากนักแทบจะไม่มีน้ำไหลบ่าเลย ตะกอนจากพื้นที่จึงมีเพียง 52.62 กิโลกรัม/ไร่/ปี



ภาพที่ 10 ปริมาณสะสมรวมของการสูญเสียดิน

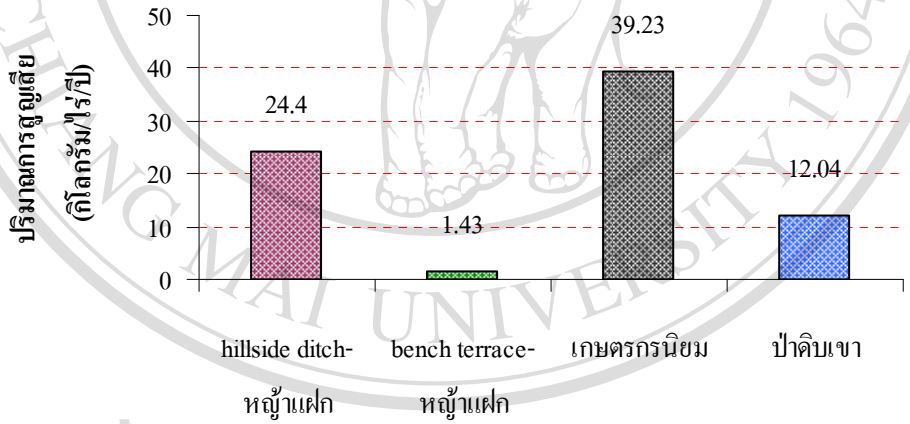
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4 การสูญเสียอินทรียวัตถุและธาตุอาหาร

จากการวิเคราะห์อินทรียวัตถุและธาตุอาหารในตะกอนดินที่สูญเสียจากลุ่มน้ำทั้ง4 มีผลดังนี้

4.4.1 อินทรียวัตถุ (organic matter, OM)

ผลการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณอินทรียวัตถุในตะกอนดินที่ถูกชะมากับน้ำที่ไหลบ่าได้แสดงไว้ในภาพที่ 11 และภาคผนวก ถ จากการพิจารณาพบว่ามีปริมาณระหว่าง 1.43 – 39.23 กิโลกรัม/ไร่/ปี โดยพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก 4 ลุ่มน้ำได้แก่ (1) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำรอบเขาร่วมกับหญ้าแฝก (2) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบขั้นบันไดดินร่วมกับหญ้าแฝก (3) ลุ่มน้ำการเกษตรที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และ (4) ลุ่มน้ำป่าดิบเขาธรรมชาติมีการสูญเสียอินทรียวัตถุ 24.4, 1.43, 39.23 และ 12.04 กิโลกรัม/ไร่/ปี ตามลำดับ ซึ่งเห็นได้ว่าพื้นที่เกษตรกรมีปริมาณการสูญสียมากที่สุดคือ 39.23 กิโลกรัม/ไร่/ปี และพื้นที่ที่จัดระบบอนุรักษ์แบบขั้นบันไดดินร่วมกับหญ้าแฝกมีปริมาณการสูญเสียต่ำสุดคือ 1.43 กิโลกรัม/ไร่/ปี เพราะแถบหญ้าแฝกช่วยดูดซับน้ำไหลบ่าหน้าดิน ชะลออัตราการไหลของน้ำให้ลดลง ทำให้น้ำมีโอกาสซึมลงไปในดินได้มากขึ้นดังได้กล่าวมาแล้ว

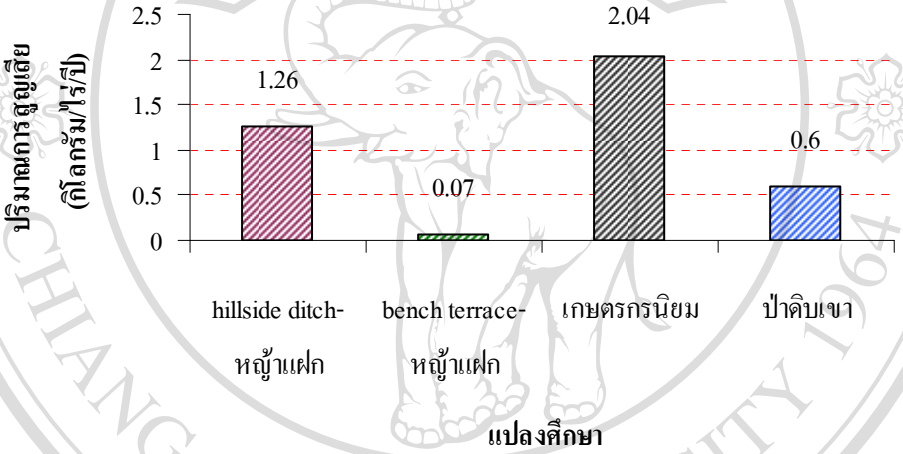


ภาพที่ 11 ปริมาณการสูญเสียอินทรียวัตถุ (OM)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4.2 ไนโตรเจนรวม (total N)

ผลการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนรวม ได้แสดงไว้ในภาพที่ 12 และตารางผนวกที่ 19 ซึ่งมีค่าระหว่าง 0.07 – 2.04 กิโลกรัม/ไร่/ปี โดยพื้นที่พื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก 4 ลุ่มน้ำได้แก่ (1) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำรอบเขาร่วมกับหญ้าแฝก (2) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบขั้นบันไดดินร่วมกับหญ้าแฝก (3) ลุ่มน้ำการเกษตรที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และ (4) ลุ่มน้ำป่าดิบเขาธรรมชาติ มีการสูญเสียไนโตรเจน 1.26, 0.07, 2.04 และ 0.6 กิโลกรัม/ไร่/ปี ตามลำดับ ซึ่งเห็นได้ว่าพื้นที่เกษตรกรมีปริมาณสูญเสียมากที่สุดคือ 2.04 กิโลกรัม/ไร่/ปี และพื้นที่ที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบขั้นบันไดดินมีปริมาณการสูญเสียต่ำสุดคือ 0.07 กิโลกรัม/ไร่/ปี

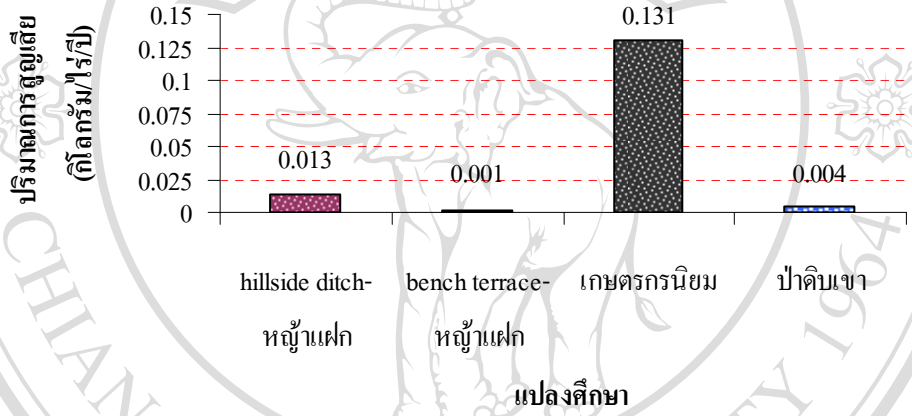


ภาพที่ 12 ปริมาณการสูญเสียไนโตรเจนรวม (total N)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4.3 ปริมาณการสูญเสียฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P)

ผลการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ได้แสดงไว้ในภาพที่ 13 และตารางผนวกที่ 19 ซึ่งมีค่าระหว่าง 0.001 – 0.131 กิโลกรัม/ไร่/ปี โดยพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก 4 ลุ่มน้ำได้แก่ (1) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำรอบเขาร่วมกับหญ้าแฝก (2) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบขั้นบันไดดินร่วมกับหญ้าแฝก (3) ลุ่มน้ำการเกษตรที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และ (4) ลุ่มน้ำป่าดิบเขาธรรมชาติ มีการสูญเสียฟอสฟอรัส 0.013, 0.001, 0.131 และ 0.004 กิโลกรัม/ไร่/ปี ตามลำดับ ซึ่งเห็นได้ว่าพื้นที่เกษตรกรมีปริมาณสูญสียมากที่สุดคือ 0.131 กิโลกรัม/ไร่/ปี และพื้นที่ที่จัดระบบอนุรักษ์แบบขั้นบันไดดินมีปริมาณการสูญสียต่ำสุดคือ 0.001 กิโลกรัม/ไร่/ปี

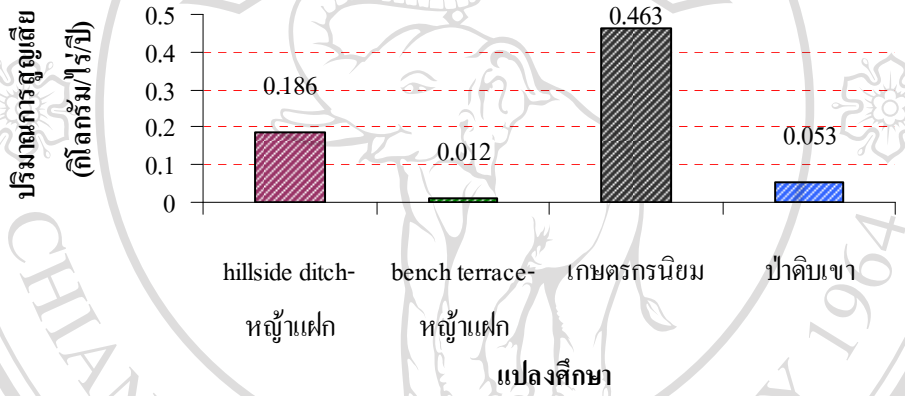


ภาพที่ 13 ปริมาณการสูญเสียฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4.4 ปริมาณการสูญเสียโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available K)

ผลการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ได้แสดงไว้ในภาพที่ 14 และตารางผนวกที่ 19 จากการพิจารณาพบว่ามีค่าระหว่าง 0.012 – 0.463 กิโลกรัม/ไร่/ปี โดยพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก 4 ลุ่มน้ำได้แก่ (1) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำรอบเขาร่วมกับหญ้าแฝก (2) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบขั้นบันไดดินร่วมกับหญ้าแฝก (3) ลุ่มน้ำการเกษตรที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และ (4) ลุ่มน้ำป่าดิบเขาธรรมชาติมีการสูญเสียโพแทสเซียม 0.186, 0.012, 0.463 และ 0.053 กิโลกรัม/ไร่/ปี ตามลำดับ ซึ่งเห็นได้ว่าพื้นที่เกษตรกรมีปริมาณสูญสียมากที่สุดคือ 0.463 กิโลกรัม/ไร่/ปี และพื้นที่ที่จัด ระบบอนุรักษ์แบบขั้นบันไดดินมีปริมาณการสูญสียต่ำสุดคือ 0.012 กิโลกรัม/ไร่/ปี



ภาพที่ 14 ปริมาณการสูญเสียโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available K)

จากผลการศึกษาการสูญเสียอินทรียวัตถุและธาตุอาหารพืชพบว่าปริมาณการสูญเสียจะสัมพันธ์กับปริมาณน้ำไหลบ่าและตะกอนจากลุ่มน้ำกล่าวคือ ระบบการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำที่มีน้ำไหลบ่าหน้าดินและตะกอนดินมากจะส่งผลให้มีการสูญเสียมาก จากการศึกษาพบว่าระบบการใช้ที่ดินแบบเกษตรนิยมซึ่งไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำจะมีการสูญเสียอินทรียวัตถุและธาตุอาหารพืชมากกว่าลุ่มน้ำอื่นๆ (ตารางที่ 3) การจะใช้พื้นที่ผลิตพืชในฤดูเพาะปลูกต่อไปให้ได้ผลผลิตเท่าเดิมเกษตรกรต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบำรุงดินมากขึ้น และยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยรวมด้วย ตรงกันข้ามระบบการใช้ที่ดินที่มีระบบอนุรักษ์แบบขั้นบันไดดินร่วมกับหญ้าแฝกมีการสูญเสียน้อยจึงส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย จัดว่าเป็นระบบที่ทำง่าย สะดวก ประหยัดและมีประสิทธิภาพจึงเป็นวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ควรนำไปส่งเสริมให้เกษตรกรได้ปฏิบัติในการผลิตพืชบนพื้นที่ลุ่มน้ำที่ลาดชันในที่สูงเพื่อให้เป็นเกษตรยั่งยืนต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์สมบัติของดิน (0-15 cm) ที่ทำการศึกษาก่อนและหลังเพาะปลูก

catchment (land treatment)		OM	total N	avai. P	avai. K	extractable bases				sum bases	extr. acidity	CEC		BS
						Ca	Mg	Na	K			by sum	NH4OAc	by sum
		(-------g/kg---------)		(-------mg/kg--------)		(----------cmol/kg----------)								%
hillside ditch	before	43.75	2.52	484.20	573.20	7.59	5.10	0.78	1.54	15.01	14.89	29.90	24.51	50.20
and vetiver	after	23.75	2.54	222.20	373.50	4.02	2.22	0.39	0.96	7.59	12.73	20.32	13.61	37.35
bench terrace	before	62.50	2.78	476.51	874.30	8.53	0.93	0.57	2.24	12.27	25.57	37.84	8.42	32.43
and vetiver	after	63.60	2.46	434.20	752.20	8.44	0.86	0.43	1.92	11.65	25.89	37.54	7.65	31.03
conventional	before	47.40	2.40	484.20	942.50	7.32	0.74	0.46	2.41	10.93	16.01	26.94	18.50	40.57
cultivation	after	23.31	1.59	221.40	408.42	5.41	0.36	0.22	1.04	7.03	15.10	22.13	12.61	31.76

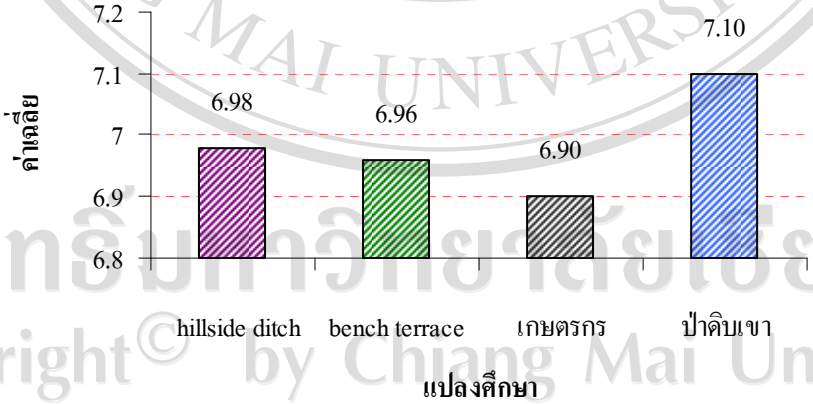
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5 คุณภาพน้ำ

เก็บตัวอย่างน้ำเดือนละครั้งจาก outlet ของแปลงศึกษาน้ำไหลบ่าหน้าดินทั้ง 4 ลุ่มน้ำมาวิเคราะห์ด้านคุณภาพน้ำได้ผลดังนี้

4.5.1 ความเป็นกรด - ด่าง (pH) ของน้ำ

ผลการตรวจวิเคราะห์ค่า pH ของน้ำได้แสดงไว้ในภาพที่ 15 และตารางผนวกที่ 20 ค่า pH ของน้ำจากพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก 4 ลุ่มน้ำได้แก่ (1) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำรอบเขาร่วมกับหญ้าแฝก (2) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบขั้นบันไดดินร่วมกับหญ้าแฝก (3) ลุ่มน้ำการเกษตรที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และ (4) ลุ่มน้ำป่าดิบเขาธรรมชาติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.98, 6.96, 6.90 และ 7.10 ตามลำดับ pH ของน้ำจากลุ่มน้ำป่าดิบเขามีความเป็นด่างเล็กน้อย นอกนั้นมีความเป็นกรดเล็กน้อย พื้นที่ลุ่มน้ำการเกษตรที่ไม่มีระบบอนุรักษ์มีแนวโน้มจะมีค่าความเป็นกรดสูงกว่าทุกพื้นที่เล็กน้อย ความเป็นกรดของน้ำเกิดจากการที่กรดคาร์บอนิคที่ละลายมากับน้ำฝน เมื่อซึมลงดินจะไปละลายพวกคาบอร์เนตของแคลเซียมและแมกนีเซียมในดินได้พวกไบคาร์บอเนตของแคลเซียมและแมกนิเซียม กอร์ปกับการใช้ปุ๋ยสารกำจัดศัตรูพืชในพื้นที่ดังกล่าวที่ส่งผลต่อค่า pH (จำเนียร, 2523) แต่อย่างไรก็ตาม ค่า pH ของน้ำจากพื้นที่ศึกษาทั้งหมดนี้อยู่ระหว่าง 6.3 – 8.5 (ภาคผนวก ท) จัดเป็นระดับปกติของ pH ของแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่ง EPA (1973) กำหนดไว้ว่า pH ของแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไปอยู่ระหว่าง 5.0-9.0 และค่าเหมาะสมที่สุดประมาณ 7.0 (Salle, 1974)

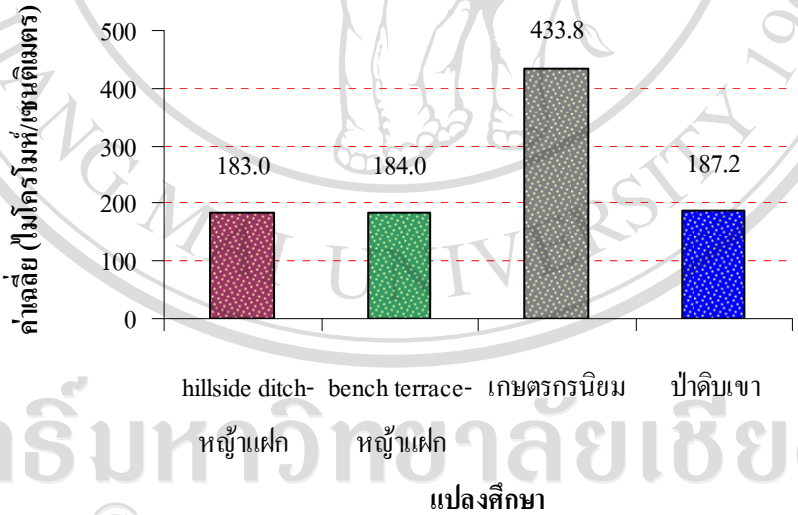


ภาพที่ 15 ความเป็นกรด-ด่างของน้ำในพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.2 การนำไฟฟ้า (electrical conductivity)

ผลการตรวจวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำได้แสดงไว้ในภาพที่16 และภาคผนวก ท ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำจากพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก 4 ลุ่มน้ำได้แก่ (1) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำรอบเขาร่วมกับหญ้าแฝก (2) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบขั้นบันไดดินร่วมกับหญ้าแฝก (3) ลุ่มน้ำการเกษตรที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และ (4) ลุ่มน้ำป่าดิบเขาธรรมชาติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 183.0, 184.0, 433.8 และ 187.2 ไมโครโมห์/เซนติเมตร ตามลำดับ จากผลการศึกษาพบว่าค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในพื้นที่ทำการ เกษตรของเกษตรกรมีค่าสูงกว่าทุกพื้นที่ เนื่อง จากพื้นที่ดังกล่าวนอกจากจะมีลักษณะเป็นพื้นที่โล่งที่ไม่มีการจัดทำระบบอนุรักษ์ใดๆแล้ว ยังไม่มีต้นไม้ขึ้นปกคลุมเหมือนพื้นที่ป่าดิบเขา ดังนั้นน้ำฝนจึงสามารถชะล้างอินทรียสารและอนินทรียสารในดินได้มากกว่าพื้นที่อื่น เป็นผลทำให้สารที่ละลายน้ำถูกชะออกไปกับน้ำได้มากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามค่าการนำไฟฟ้าของน้ำทุกพื้นที่ศึกษาที่ตรวจวัดได้นี้ถือว่ายังอยู่ในระดับปกติของค่าการนำไฟฟ้าของน้ำธรรมชาติซึ่งมีค่าระหว่าง 100-5000 ไมโครโมห์/เซนติเมตร (Todd,1959)

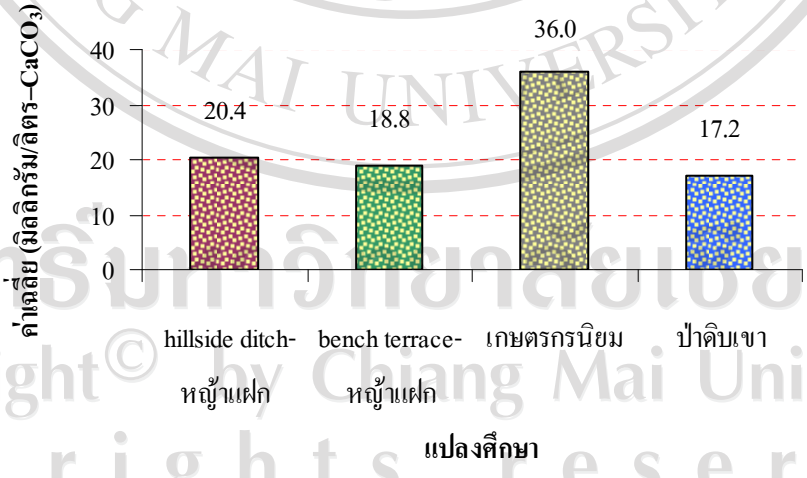


ภาพที่ 16 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.3 ความกระด้าง (hardness)

ผลการตรวจวิเคราะห์ค่าความกระด้างของน้ำได้แสดงไว้ในภาพที่ 17 และภาคผนวก ท ค่าความกระด้างของน้ำจากพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก 4 ลุ่มน้ำได้แก่ (1) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำรอบเขาร่วมกับหญ้าแฝก (2) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบขั้นบันไดดินร่วมกับหญ้าแฝก (3) ลุ่มน้ำการเกษตรที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และ (4) ลุ่มน้ำป่าดิบเขาธรรมชาติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.4, 18.8, 36.0 และ 17.2 มิลลิกรัม/ลิตร-$CaCO_3$ ตามลำดับ จากผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยความกระด้างของน้ำจากพื้นที่ทำการ เกษตรของเกษตรกรที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ใดๆนั้นค่อนข้างจะสูงกว่าพื้นที่อื่นๆ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากน้ำฝนที่ตกลงมาย่อมมีคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอยู่ กอร์ปกับคาร์บอนไดออกไซด์ในดินที่เกิดจากปฏิกริยาของแบคทีเรียเมื่อรวมกับน้ำย่อมจะได้กรดคาร์บอนิค ซึ่งแคลเซียมคาร์บอเนตและแมกนิเซียมคาร์บอเนตในดินจะถูกกรดคาร์บอนิคละลายไหลปนไปกับน้ำ (จำเนียร,2523) อีกทั้งอิทธิพลของลักษณะพื้นที่และกิจกรรมทางการเกษตรที่ก่อให้เกิดการชะล้างประจุบวกต่างๆออกไปกับน้ำทำให้น้ำเกิดความกระด้างขึ้นได้ อย่างไรก็ตามค่าความกระด้างของน้ำทุกพื้นที่ที่ตรวจวิเคราะห์ได้นี้ถือว่าค่อนข้างต่ำเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของน้ำดิบที่ใช้ผลิตน้ำประปาที่ควรมีค่าความกระด้าง 50-80 มิลลิกรัม/ลิตร-$CaCO_3$ เพราะถ้าค่าความกระด้างต่ำกว่า 50 มิลลิกรัม/ลิตร–$CaCO_3$ เกิดการกัดกร่อนท่อโลหะสูง (กรรณิการ์, 2522) และสำหรับน้ำดื่มควรมีค่าความกระด้างไม่เกิน 300 มิลลิกรัม/ลิตร-$CaCO_3$ (ณรงค์, 2525)

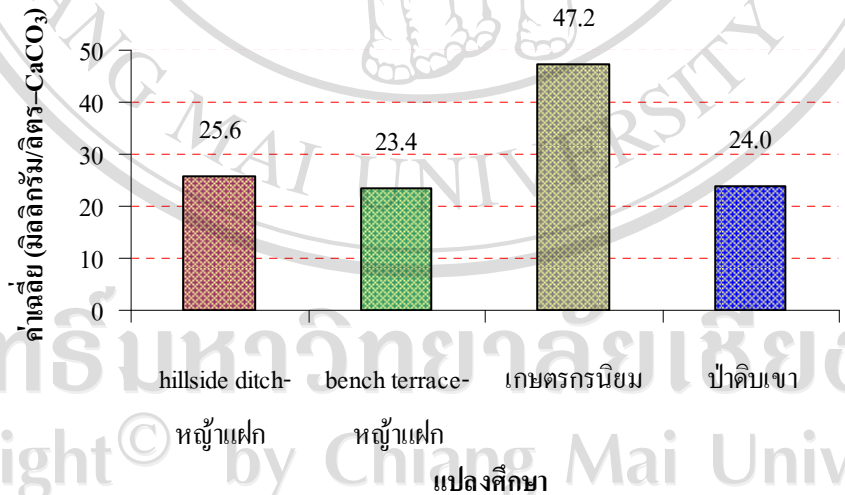


ภาพที่ 17 ค่าความกระด้างของน้ำในพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.4 ความเป็นด่าง (alkalinity)

ผลการตรวจวิเคราะห์ค่าความเป็นด่างของน้ำได้แสดงไว้ในภาพที่ 18 และภาคผนวก ท ค่าความเป็นด่างของน้ำจากพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก 4 ลุ่มน้ำได้แก่ (1) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำรอบเขาร่วมกับหญ้าแฝก (2) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบขั้นบันไดดินร่วมกับหญ้าแฝก (3) ลุ่มน้ำการเกษตรที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และ (4) ลุ่มน้ำป่าดิบเขาธรรมชาติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.6, 23.4, 47.2 และ 24.0 มิลลิกรัม/ลิตร-$CaCO_3$ ตามลำดับ จากการพิจารณาพบว่าค่าเฉลี่ยความเป็นด่างของน้ำในพื้นที่ทำการ เกษตรของเกษตรกรที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ใดๆนั้นสูงกว่าทุกพื้นที่ คือมีค่าเฉลี่ย 47.2 มิลลิกรัม/ลิตร-$CaCO_3$ ขณะที่ค่าเฉลี่ยของอีกสามพื้นที่อยู่ระหว่าง 23.4 -25.6 มิลลิกรัม/ลิตร- $CaCO_3$ ซึ่งโดยภาพรวมแล้วค่าที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์ทั้งหมดนี้ถือว่าค่อนข้างต่ำเนื่องจากช่วงฤดูฝนการระเหยของน้ำใต้ผิวจะดินต่ำ ดังนั้นเกลือของกรดอ่อนพวก carbonate, borate, phosphate และsilicateที่เป็นบ่อเกิดของความเป็นด่างย่อมมีความเข้มข้นต่ำลงด้วย แต่สำหรับในพื้นที่ของเกษตรกรที่มีค่าความกระด้างสูงกว่าทุกพื้นที่นั้นเพราะอาจมีการใช้สารเคมีในการทำเกษตรร่วมด้วย สำหรับน้ำที่เหมาะกับการทำน้ำประปาควรมีค่าความเป็นด่างระหว่าง 30-500 มิลลิกรัม/ลิตร- $CaCO_3$ (กรรณิการ์, 2522) แสดงว่าคุณภาพของน้ำ ณ พื้นที่ศึกษานั้นอยู่ในเกณฑ์ดี

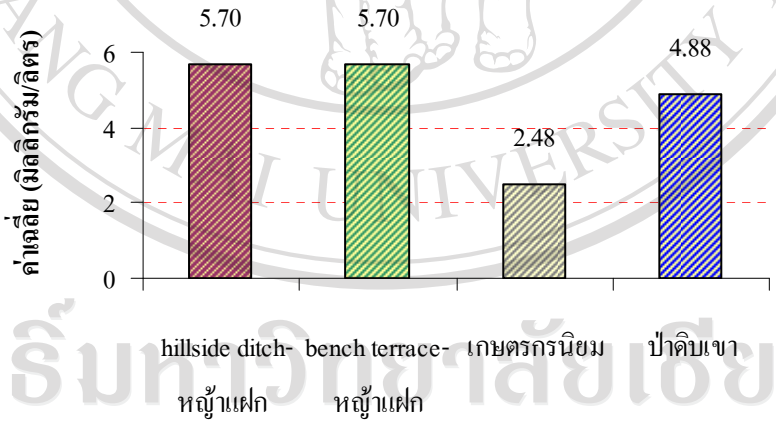


ภาพที่ 18 ค่าความเป็นด่างของน้ำในพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.5 ออกซิเจนละลายน้ำ (dissolved oxygen, DO)

ผลการตรวจวิเคราะห์ค่า DO ได้แสดงไว้ในภาพที่ 19และภาคผนวก ท น้ำจากพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก 4 ลุ่มน้ำได้แก่ (1) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำรอบเขาร่วมกับหญ้าแฝก (2) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบขั้นบันไดดินร่วมกับหญ้าแฝก (3) ลุ่มน้ำการเกษตรที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และ (4) ลุ่มน้ำป่าดิบเขาธรรมชาติ มีค่าDO เฉลี่ยเท่ากับ 5.70, 5.70, 2.48 และ 4.88 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ DO ในน้ำจากพื้ที่ลุ่มน้ำการเกษตรที่ไม่มีระบบอนุรักษ์มีแนวโน้มจะมีค่าต่ำกว่าระบบอื่นๆทั้งนี้เนื่องจากมีการชะล้างจุลินทรีย์และอินทรียสารลงมาทำให้เกิดการออกซิเดชั่นทางชีวเคมีสูง ส่งผลให้ DO ลดลง เช่นเดียวกับน้ำจากพื้นที่ป่าไม้ซึ่งมี DO ค่อนข้างต่ำเท่ากับ 4.88 มิลลิกรัม/ลิตร อาจเป็นเพราะในพื้นที่ป่ามีการสะสมของอินทรียสารมาก และมีการพัดพาลงมากับน้ำไหลบ่าทำให้มีสารอินทรีย์ในน้ำมาก การย่อยอินทรียสารของจุลินทรีย์ทำให้ DO ในน้ำลดลง ส่วน DO ในน้ำจากอีก 2 ระบบมีค่าสูงกว่าเล็กน้อย แต่อย่างไรก็ตามจากค่า DO เฉลี่ยของน้ำจากพื้นที่ลุ่มน้ำที่ศึกษานี้ ยังถือได้ว่าเป็นน้ำที่มีคุณภาพดี ซึ่งกระทรวงสาธารณสุขของสหรัฐอเมริกากำหนดไว้ว่า น้ำใช้สำหรับแหล่งชุมชน อุตสาหกรรม การเกษตรและการพักผ่อนหย่อนใจ ควรมี DO มากกว่า 4, 0.2-2.0, 0.2 และมากกว่า 4 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ (พิมลและชัยวัฒน์ 2525)

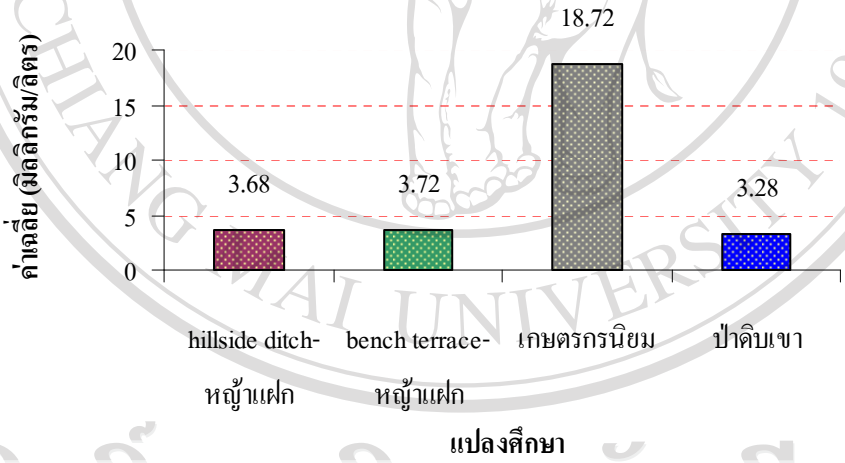


ภาพที่ 19 ค่าออกซิเจนละลายน้ำของน้ำในพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.6 ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (biochemical oxygen demand, BOD)

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณ BOD ได้แสดงไว้ในภาพที่ 20 และภาคผนวก ท ค่า BOD ของน้ำจากพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก 4 ลุ่มน้ำได้แก่ (1) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำรอบเขาร่วมกับหญ้าแฝก (2) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบขั้นบันไดดินร่วมกับหญ้าแฝก (3) ลุ่มน้ำการเกษตรที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และ (4) ลุ่มน้ำป่าดิบเขาธรรมชาติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.68, 3.72, 18.72 และ 3.28 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ค่า BOD จะสัมพันธ์กับค่า DO และค่า BOD ของน้ำจากพื้นที่ทำการเกษตรที่ไม่มีระบบอนุรักษ์มีค่า BOD สูงกว่าระบบอื่นๆ แสดงว่าน้ำจากพื้นที่ทำการเกษตรของเกษตรกรมีอินทรียสารปนอยู่ในปริมาณที่มาก ดังนั้นความต้องการออกซิเจนของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายอินทรียสารจึงมากขึ้นด้วย (Metealf & Eddy Inc.,1972) อย่างไรก็ตามน้ำจากทุกลุ่มน้ำมีค่า BODเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.28 – 3.68 มิลลิกรัม/ลิตร นั้น จัดเป็นน้ำที่มีคุณภาพดีตามมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำซึ่งองค์การอนามัยโลกกำหนดให้น้ำที่มีคุณภาพดีเยี่ยม ดีมาก ดี พอใช้ และคุณภาพเลว มีค่า BOD เป็น 0 – 1.5, 1.5 – 3.0, 3.0 – 6.0, 6.0 – 12.0 และมากกว่า 12.0 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ (ณรงค์, 2525)

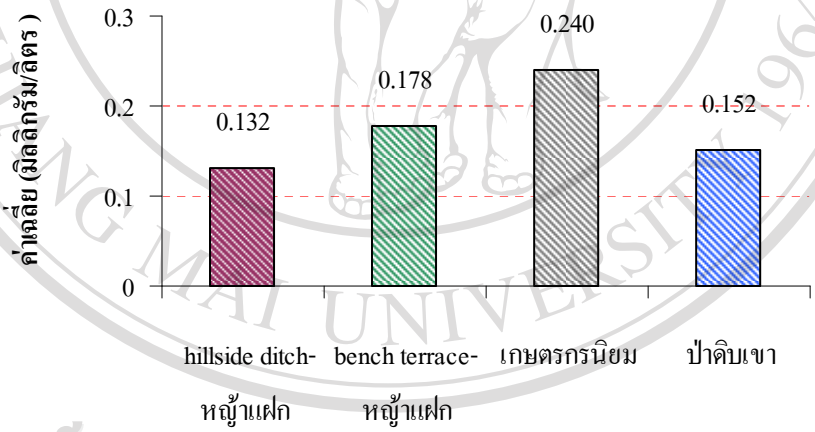


ภาพที่ 20 ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.7 ปริมาณฟอสเฟตรวม (total phosphate, P)

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตรวมของน้ำได้แสดงไว้ในภาพที่ 21 และภาคผนวก ท ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของฟอสเฟตรวมในน้ำจากพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก 4 ลุ่มน้ำได้แก่ (1) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำรอบเขาร่วมกับหญ้าแฝก (2) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบขั้นบันไดดินร่วมกับหญ้าแฝก (3) ลุ่มน้ำการเกษตรที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และ (4) ลุ่มน้ำป่าดิบเขาธรรมชาติ เท่ากับ 0.132, 0.178, 0.240 และ 0.152 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่าโดยทั่วไปแล้ว ในช่วงที่ฝนตกน้ำที่ไหลบ่าจากหน้าดินเป็นตัวการสำคัญที่นำเอาอนุภาคดินที่มีฟอสเฟตติดไปกับน้ำ (ศุภมาศ, 2545) ซึ่งน้ำจากพื้นที่เกษตรกรที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ที่มีปริมาณฟอสเฟตสูงกว่าทุกพื้นที่นั้น เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวอาจมีการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตในการทำการเกษตรด้วย อย่างไรก็ตามปริมาณฟอสเฟตรวมในน้ำจากทุกลุ่มน้ำซึ่งผันแปรอยู่ระหว่าง 0.132-0.240 มิลลิกรัม/ลิตร มีค่าค่อนข้างต่ำกว่าแหล่งน้ำที่คณะกรรม การสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ(2527) ได้ทำการสำรวจคุณภาพน้ำของแม่น้ำสายหลักของประเทศไทย และรายงานว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.1-0.5 มิลลิกรัม/ลิตร

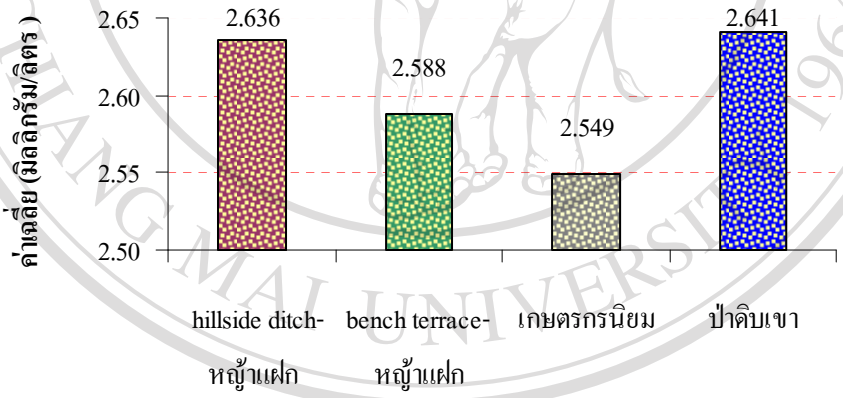


ภาพที่ 21 ปริมาณฟอสเฟตรวมในน้ำจากพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.8 แอมโมเนีย -ไนโตรเจน (NH_4 - N)

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_4 - N)ในน้ำได้แสดงไว้ในภาพที่ 22 และภาคผนวก ท ซึ่งแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำจากพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก 4 ลุ่มน้ำ ได้แก่ (1) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำรอบเขาร่วมกับหญ้าแฝก (2) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบขั้นบันไดดินร่วมกับหญ้าแฝก (3) ลุ่มน้ำการเกษตรที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และ (4) ลุ่มน้ำป่าดิบเขาธรรมชาติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.636, 2.588, 2.549 และ 2.641 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำจากทุกลุ่มน้ำมีค่าค่อนข้างสูง แสดงว่ามีการชะล้างสารอินทรียไนโตรเจนลงสู่แหล่งน้ำ เช่น โปรตีน กรดอะมิโน กรดนิวคลีอิก สารพวกนี้เป็นส่วนประกอบในพืชและสัตว์ อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยของแอมโมเนีย – ไนโตรเจนในทุกพื้นที่ศึกษานั้นยังสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานอยู่มาก เมื่อเทียบกับกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ที่กำหนดให้มีได้ไม่เกิน 0. 5 มิลลิกรัม/ลิตร

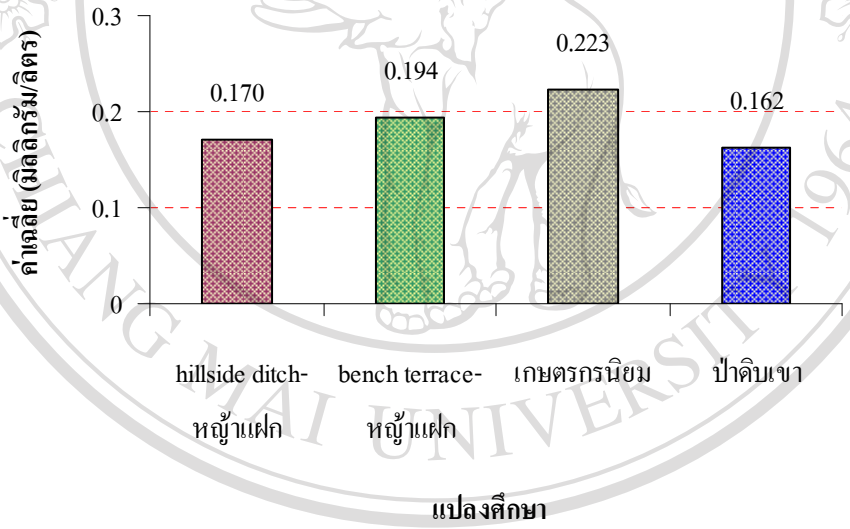


ภาพที่ 22 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำจากพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.9 ไนเตรต -ไนโตรเจน (NO_3 - N)

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณไนเตรต -ไนโตรเจน (NO_3 - N) ในน้ำได้แสดงไว้ในภาพที่ 23 และภาคผนวก ท ซึ่งไนเตรตในน้ำจากพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก 4 ลุ่มน้ำได้แก่ (1) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำรอบเขาร่วมกับหญ้าแฝก (2) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบขั้นบันไดดินร่วมกับหญ้าแฝก (3) ลุ่มน้ำการเกษตรที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และ (4) ลุ่มน้ำป่าดิบเขาธรรมชาติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.170, 0.194, 0.223 และ 0.162 มิลลิกรัม/ลิตรตามลำดับ ไนเตรตไน-โตรเจนในน้ำจากลุ่มน้ำการเกษตรที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีแนวโน้มสูงกว่าลุ่มน้ำอื่นๆเนื่องจากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในพื้นที่ และน้ำฝนได้ชะล้างไนเตรทจากหน้าดินลงมา อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรตทุกพื้นที่พบว่ายังมีปริมาณต่ำเมื่อเทียบกับปริมาณไนเตรตตามมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินของ NEB (1986) ที่กำหนดให้มีได้ 5 มิลลิกรัม/ลิตร(จรูญและคณะ, 2531)

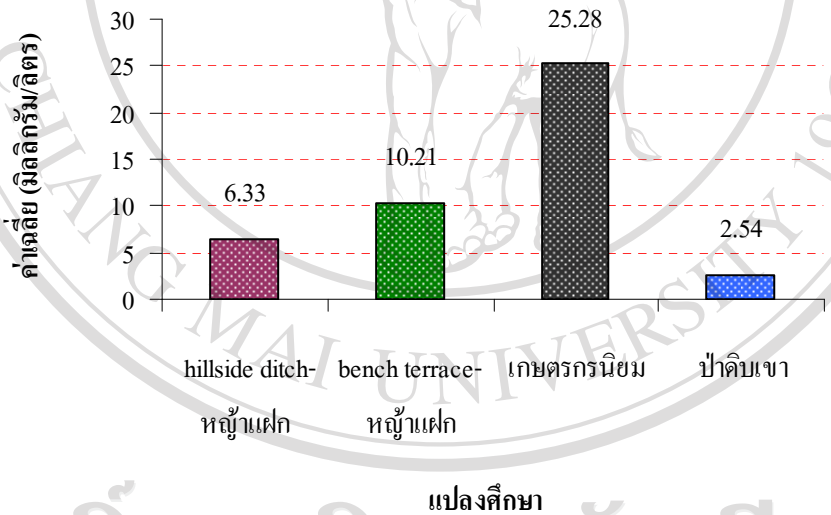


ภาพที่ 23 ปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจนในน้ำจากพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.10 โพแทสเซียม (potassium, K)

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมในน้ำได้แสดงไว้ในภาพที่ 24 และภาคผนวก ท ซึ่งโพแทสเซียมในน้ำจากพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก 4 ลุ่มน้ำได้แก่ (1) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำรอบเขาร่วมกับหญ้าแฝก (2) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบขั้นบันไดดินร่วมกับหญ้าแฝก (3) ลุ่มน้ำการเกษตรที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และ (4) ลุ่มน้ำป่าดิบเขาธรรมชาติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.33, 10.21, 25.28 และ 2.54 มิลลิกรัม/ลิตรตามลำดับ โพแทสเซียมในน้ำจากทุกลุ่มน้ำมีค่าค่อนข้างสูงโดยเฉพาะพื้นที่เกษตรมีโพแทสเซียมสูงถึง 25.28 มิลลิกรัม/ลิตร แสดงถึงการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมกันมาก โดยปกติน้ำบริสุทธิ์จะมีโพแทสเซียมน้อยกว่า 1.5 มิลลิกรัม/ลิตรแต่น้ำที่มีธาตุอาหารอยู่เป็นจำนวนมาก (eutrophic waters) สามารถมีโพแทสเซียมได้มากกว่า 5 มิลลิกรัม/ลิตรการปรากฏมีความเข้มข้นของโพแทสเซียมในน้ำมากกว่า 400 มิลลิกรัม/ลิตร จะทำให้ปลาตาย หรือมากกว่า 700 มิลลิกรัม/ลิตรจะทำให้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังตายได้ (จรูญ, 2547)

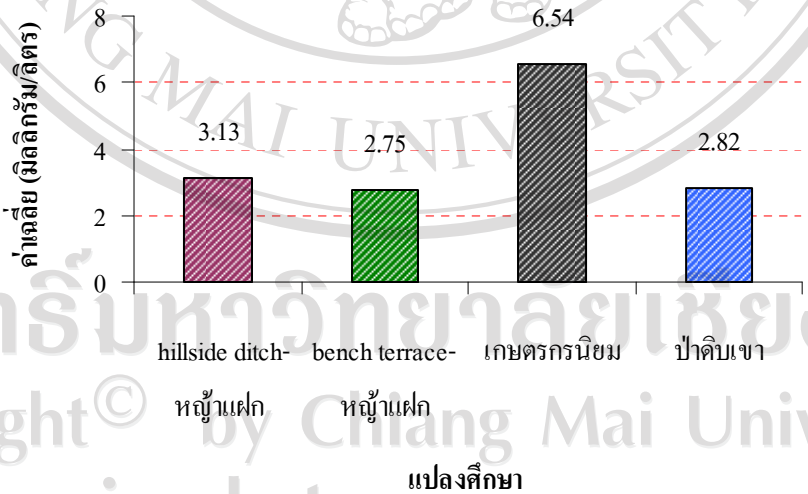


ภาพที่ 24 ปริมาณโพแทสเซียมในน้ำจากพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.11 แคลเซียม (calcium, Ca)

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมในน้ำได้แสดงไว้ในภาพที่ 25 และภาคผนวก ท ซึ่งแคลเซียมในน้ำจากพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก 4 ลุ่มน้ำได้แก่ (1) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำรอบเขาร่วมกับหญ้าแฝก (2) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบขั้นบันไดดินร่วมกับหญ้าแฝก (3) ลุ่มน้ำการเกษตรที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และ (4) ลุ่มน้ำป่าดิบเขาธรรมชาติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.13, 2.75, 6.54 และ 2.82 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ปกติแคลเซียมจะมีมากในแหล่งน้ำเพราะเป็นส่วนประกอบสำคัญของหินหลายชนิด โดยเฉพาะหินปูน ยกเว้นน้ำที่ขังในที่ลุ่มที่มีการทับถมของอินทรียวัตถุสูงและเป็นกรดจัด แคลเซียมจะเกิดขึ้นเมื่อมี CO_2 ในน้ำ และมีค่า pH น้อยกว่า 7 Ca^{++} เป็นอิออนที่มีความสำคัญตัวหนึ่งที่เป็นสาเหตุของความกระด้างของน้ำ ค่าปริมาณรวมของแข็งที่ละลายน้ำ (total dissolved solid, TDS) และค่าการนำไฟฟ้า ความเข้มข้นของแคลเซียมในระดับสูง ไม่เป็นอันตรายต่อปลาและสิ่งมีชีวิตในน้ำอื่นๆ ปริมาณแคลเซียมในน้ำทั้งหมดที่ตรวจวิเคราะห์ได้นี้ยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำมาก เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำดื่มที่กำหนดโดยองค์การอนามัยโลก พ.ศ.2514 (WHO Recommended Standard for Drinking-Water, 1971) ที่กำหนดให้มีได้สูงสุด 75-200 มิลลิกรัม/ลิตร (ศุภมาศ, 2545) ส่วนน้ำสำหรับการเกษตร กระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกากำหนดให้มีความเข้มข้นของแคลเซียมไม่เกิน 40 มิลลิกรัม/ลิตร (พิมลและชัยวัฒน์, 2525)

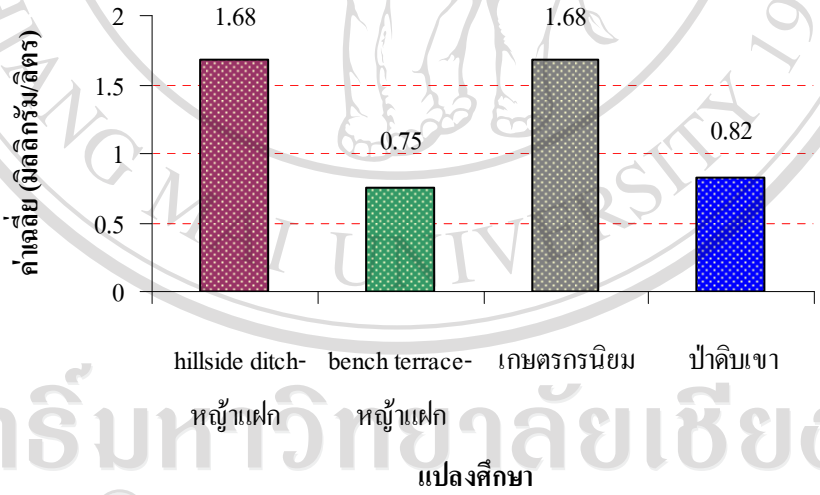


ภาพที่ 25 ปริมาณแคลเซียมในน้ำจากพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.12 แมกนีเซียม (magnesium, Mg)

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำได้แสดงไว้ในภาพที่ 26 และภาคผนวก ท ซึ่งแมกนีเซียมในน้ำจากพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก 4 ลุ่มน้ำได้แก่ (1) ลุ่มน้ำการ เกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำรอบเขาร่วมกับหญ้าแฝก (2) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบขั้นบันไดดินร่วมกับหญ้าแฝก (3) ลุ่มน้ำการเกษตรที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และ (4) ลุ่มน้ำป่าดิบเขาธรรมชาติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.68, 0.75, 1.68 และ 0.82 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ โดยปกติแมกนีเซียมมีมากในหินอัคนี และหินคาร์บอเนต (carbonate rocks) เช่น หินปูนและโดโลไมท์ การละลายของแมกนีเซียมจะมากถ้าความเข้มข้นของ CO_2 มาก หรือ pH ต่ำ ถ้าพบความเข้มข้นของแมกนีเซียมน้อยกว่า 14 มิลลิกรัม/ลิตร จะช่วยเกื้อหนุนการดำรงชีวิตของปลา แต่ถ้าพบความเข้มข้นของแมกนีเซียมมากกว่า 100-400 มิลลิกรัม/ลิตร แมกนีเซียมจะเป็นพิษต่อปลา อย่างไรก็ตาม จากการพิจารณาค่าเฉลี่ยทั้งหมดพบว่าพื้นที่อนุรักษ์แบบคูรับน้ำรอบเขาร่วมกับหญ้าแฝกกับพื้นที่ทำการเกษตรของเกษตรกรมีค่าเท่ากันคือ 1.68 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งสูงกว่าอีกสองระบบที่มีค่าใกล้ เคียงกันคืออยู่ระหว่าง 0.75-0.82 จัดว่ายังมีค่าต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำประปาของการประปานครหลวงที่กำหนดให้มีได้ในน้ำดื่ม 125 มิลลิกรัม/ลิตร (ศุภมาศ, 2545)

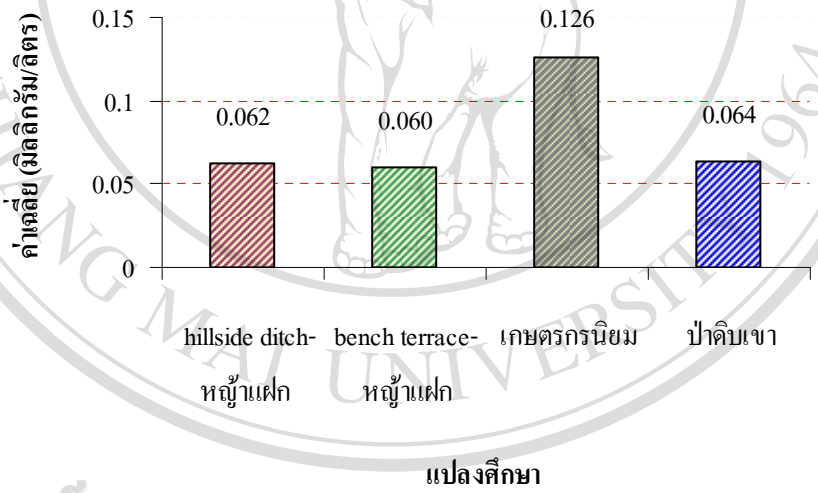


ภาพที่ 26 ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำจากพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.13 เหล็ก (iron, Fe)

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในน้ำได้แสดงไว้ในภาพที่ 27 และภาคผนวก ท ซึ่งปริมาณเหล็กในน้ำจากพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก 4 ลุ่มน้ำได้แก่ (1) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำรอบเขาร่วมกับหญ้าแฝก (2) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบขั้นบันไดดินร่วมกับหญ้าแฝก (3) ลุ่มน้ำการเกษตรที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และ (4) ลุ่มน้ำป่าดิบเขาธรรมชาติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.062, 0.060, 0.126 และ 0.064 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ จากการพิจารณาพบว่าปริมาณเหล็กในน้ำจากพื้นที่ศึกษาทั้งสี่พื้นที่นั้น พื้นที่เกษตรที่ไม่มีระบบอนุรักษ์มีค่าสูงที่สุดคือ 0.126 มิลลิกรัม/ลิตร และอีกสามแปลงมีค่าใกล้เคียงกันระหว่าง 0.060-0.064 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งจัดว่ามีค่าต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำสำหรับแหล่งชุมชนและอุตสาหกรรม ของกระทรวงสาธารณสุขสหรัฐอเมริกาที่กำหนดให้มีเหล็กได้ 0.3 และ 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ (พิมลและชัยวัฒน์, 2525) หรือเมื่อเทียบ กับมาตรฐานน้ำประปาของการประปานครหลวงที่กำหนดไว้ว่ายอมให้มีได้ในน้ำดื่ม 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร (สุภมาศ, 2545)

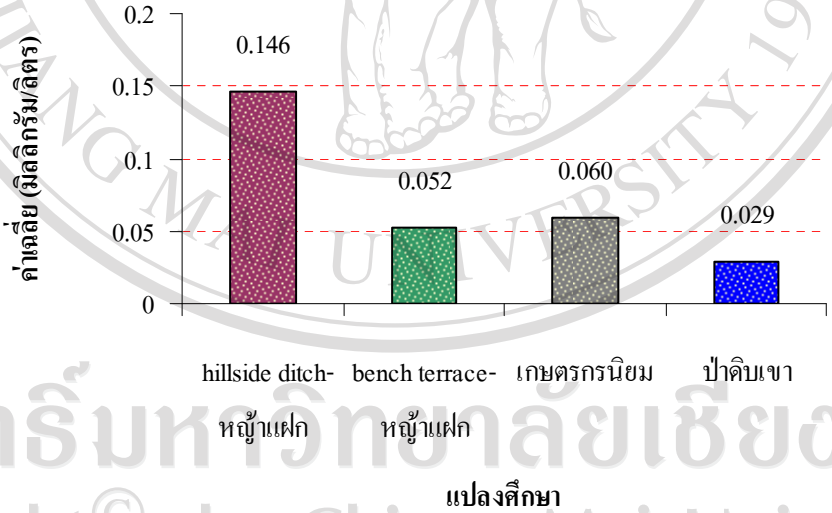


ภาพที่ 27 ปริมาณเหล็กในน้ำจากพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.14 แมงกานีส (manganese, Mn)

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณแมงกานีสในน้ำได้แสดงไว้ในภาพที่ 28 และภาคผนวก ท ซึ่งปริมาณแมงกานีสในน้ำจากพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก 4 ลุ่มน้ำได้แก่ (1) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำรอบเขาร่วมกับหญ้าแฝก (2) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบขั้นบันไดดินร่วมกับหญ้าแฝก (3) ลุ่มน้ำการเกษตรที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และ(4) ลุ่มน้ำป่าดิบเขาธรรมชาติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.146, 0.052, 0.060 และ 0.029 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ จากการพิจารณาพบว่าปริมาณแมงกานีสในน้ำจากพื้นที่ศึกษาทั้งสี่พื้นที่นั้น พื้นที่ที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำรอบเขาร่วมกับหญ้าแฝกมีค่าสูงที่สุดคือ 0.146 มิลลิกรัม/ลิตร และพื้นที่ป่าดิบเขามีค่าต่ำที่สุดคือ 0.029 มิลลิกรัม/ลิตร ที่เหลือนอกนั้นมีค่าใกล้เคียงกันคือ 0.052-0.060 มิลลิกรัม/ลิตร อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยของแมงกานีสในน้ำทุกพื้นที่ศึกษานั้นยังไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อเทียบกับกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ.2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ที่กำหนดให้มีได้ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร

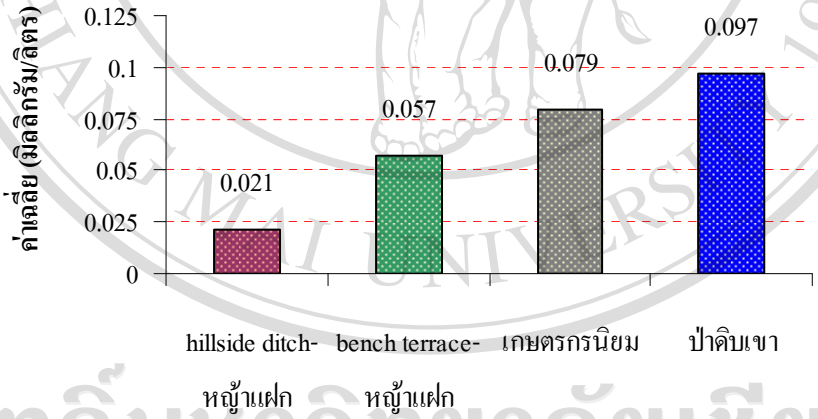


ภาพที่ 28 ปริมาณแมงกานีสในน้ำจากพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.15 สังกะสี (zinc, Zn)

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสังกะสีในน้ำได้แสดงไว้ในภาพที่ 29 และภาคผนวก ท ซึ่งปริมาณสังกะสีในน้ำจากพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก 4 ลุ่มน้ำได้แก่ (1) ลุ่มน้ำการ เกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำรอบเขาร่วมกับหญ้าแฝก (2) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบขั้นบันไดดินร่วมกับหญ้าแฝก (3) ลุ่มน้ำการเกษตรที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และ (4) ลุ่มน้ำป่าดิบเขาธรรมชาติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.021, 0.057, 0.079 และ 0.097 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ จากการพิจารณาพบว่าปริมาณสังกะสีในน้ำจากพื้นที่ศึกษาทั้งสี่พื้นที่นั้น พื้นที่พื้นที่ป่าดิบเขามีค่าสูงที่สุดคือ 0.097 มิลลิกรัม/ลิตร และพื้นที่ที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำรอบเขาร่วมกับหญ้าแฝกมีค่าต่ำที่สุดคือ 0.021 มิลลิกรัม/ลิตร อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยของสังกะสีในน้ำทุกพื้นที่ศึกษานั้นยังไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อเทียบกับกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ.2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 กำหนดให้มีได้ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร

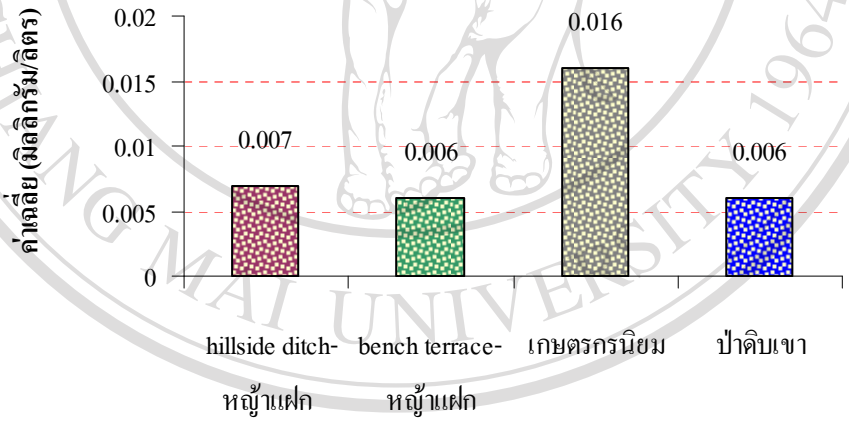


ภาพที่ 29 ปริมาณสังกะสีในน้ำจากพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.16 ทองแดง (copper, Cu)

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณทองแดงในน้ำได้แสดงไว้ในภาพที่ 30 ภาคผนวก ท ซึ่งปริมาณทองแดงในน้ำจากพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก 4 ลุ่มน้ำได้แก่ (1) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำรอบเขาร่วมกับหญ้าแฝก (2) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบขั้นบันไดดินร่วมกับหญ้าแฝก (3) ลุ่มน้ำการเกษตรที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และ (4) ลุ่มน้ำป่าดิบเขาธรรมชาติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.007, 0.006, 0.016 และ 0.006 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ จากการพิจารณาพบว่าปริมาณทองแดงในน้ำจากพื้นที่ศึกษาทั้งสี่พื้นที่นั้น พื้นที่ทำการเกษตรของเกษตรกรมีค่าสูงที่สุดคือ 0.016 มิลลิกรัม/ลิตร ที่เหลือนอกนั้น ค่าอยู่ในช่วง 0.006-0.007 มิลลิกรัม/ลิตรอย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยของทองแดงในน้ำทุกพื้นที่ศึกษายังไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานเมื่อเทียบกับกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ที่กำหนดให้มีได้ไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัม/ลิตร

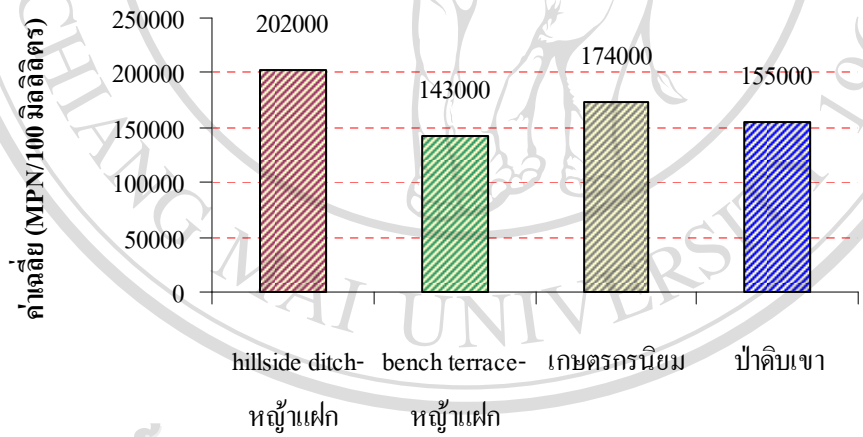


ภาพที่ 30 ปริมาณทองแดงในน้ำจากพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.17 บักเตรีโคลิฟอร์มทั้งหมด (total coliform bacteria, MPN/100 มิลลิลิตร)

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณบักเตรีโคลิฟอร์มทั้งหมดของน้ำได้แสดงไว้ในภาพที่ 31 และภาคผนวก ท บักเตรีโคลิฟอร์มทั้งหมดของน้ำจากพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก 4 ลุ่มน้ำได้แก่ (1) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำรอบเขาร่วมกับหญ้าแฝก (2) ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบขั้นบันไดดินร่วมกับหญ้าแฝก (3) ลุ่มน้ำการเกษตรที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และ (4) ลุ่มน้ำป่าดิบเขาธรรมชาติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 202,000, 143,000, 174,000 และ 155,000 เซลล์ ต่อ100 มิลลิลิตร ตามลำดับ บักเตรีโคลิฟอร์มในน้ำจากพื้นที่ลุ่มน้ำการเกษตรที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำรอบเขาร่วมกับหญ้าแฝก มีแนวโน้มสูงกว่าลุ่มน้ำอื่นๆและสูงเกินมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินที่กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและพลังงานที่กำหนดไว้ว่า ให้มีบักเตรีโคลิฟอร์มได้ไม่เกิน 20,000 เซลล์ ต่อ 100 มิลลิลิตร การปรากฏมีบักเตรีโคลิฟอร์มในน้ำเช่นนี้แสดงถึงการได้รับสิ่งปนเปื้อนจากสิ่งขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์เลือดอุ่น หรือจากปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ในการผลิตพืช



ภาพที่ 31 บักเตรีโคลิฟอร์มทั้งหมดในน้ำจากพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.18 สารพิษ (Pesticide)

การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษในตัวอย่างน้ำโดยส่งตัวอย่างวิเคราะห์ที่กลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ โดยวิเคราะห์สารพิษ 3 กลุ่มดังนี้

1) Organophosphate ได้แก่ acephate, chlorpyrifos, chlorpyrifos-methyl, diazinon, dichlorvos, dimethoate, EPN, fenitrothion, malathion, methamidophos, mevinphos, methyl parathion, monocrotophos, pirimiphos, pirimiphos methyl, phorate, prothiophos, profenofos, triazophos

2) Organochlorine ได้แก่ endosulfan

3) Pyretroid ได้แก่ cyhalothrin, cypermethrin, deltamethrin, permethrin, fenvalerate

ผลการวิเคราะห์ไม่พบสารพิษดังกล่าวใดๆทั้งสิ้น

4.6 สารพิษตกค้างในตะกอนดิน

การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างจากตะกอนดินโดยส่งตัวอย่างวิเคราะห์ที่กลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ โดยวิเคระห์สารพิษ 3 กลุ่มดังนี้

1) Organophosphate ได้แก่ acephate, chlorpyrifos, chlorpyrifos-methyl, diazinon, dichlorvos, dimethoate, EPN, fenitrothion, malathion, methamidophos, mevinphos, methyl parathion, monocrotophos, pirimiphos, pirimiphos methyl, phorate, prothiophos, profenofos, triazophos

2) Organochlorine ได้แก่ endosulfan

3) Pyretroid ได้แก่ cyhalothrin, cypermethrin, deltamethrin, permethrin, fenvalerate

ผลการวิเคราะห์พบสาร cypermethrin 0.03 ppm. นอกนั้นไม่พบสารใดๆเลย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเกษตรกรไม่ใช้สารเคมีที่ระบุข้างต้น หรือใช้น้อย หรือใช้สารเคมีชนิดอื่นๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved