บทที่ 4

ผลการทดลอง

ผลการทดลองที่ 1 ผลของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่มีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 2

1.1 ผลของน้ำเสียทั้ง 5 ชนิดที่มีต่อความสูงของถั่วเหลือง

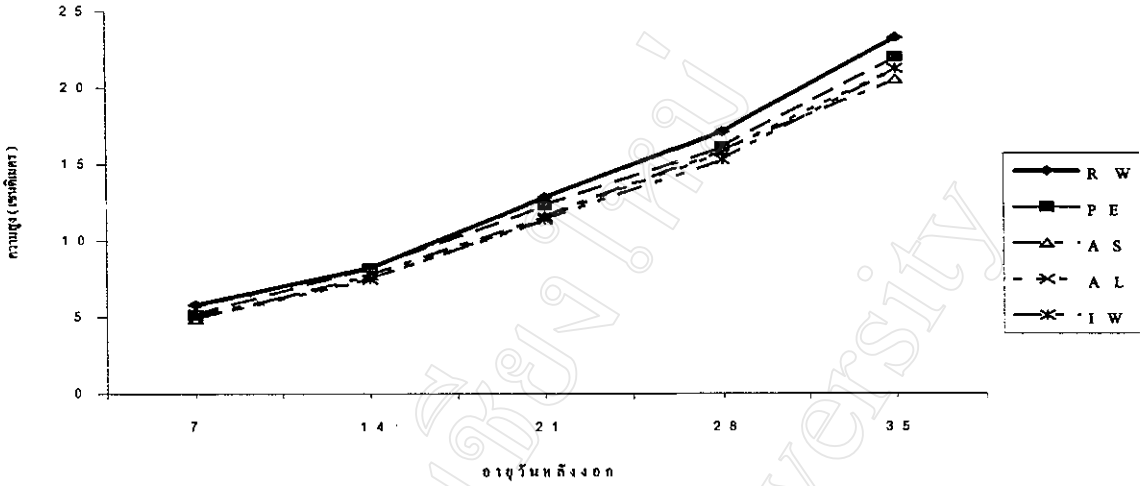
ผลของการใช้น้ำเสียทั้ง 5 ชนิด ที่มีต่อความสูงเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 2 ซึ่งทำการวัดทุกระยะ 7 วันและทำการวัดต่อเนื่องกันไปจนกระทั่งถั่วเหลืองมีอายุได้ 35 วันและวัดอีกครั้งในระยะเก็บเกี่ยวพบว่า การเจริญเติบโตที่ระยะ 7 วันหลังงอก มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$) โดยที่ภายใต้การใช้น้ำ RW มีความสูงเฉลี่ยต่อต้นสูงสุดคือ 5.79 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ การใช้น้ำ PE, IW, Al และ AS ที่มีความสูงเฉลี่ยต่อต้นที่ใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 5.18-4.87 เซนติเมตร ส่วนการเจริญเติบโตที่ระยะ 14 วันหลังงอก พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติคือ ภายใต้การใช้น้ำ RW และ PE มีความสูงเฉลี่ยต่อต้นที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งสูงกว่าภายใต้การใช้น้ำ AS และ IW ที่ทำให้ถั่วเหลืองมีความสูงเฉลี่ยต่อต้นที่ไม่ต่างจากการใช้น้ำ AL ซึ่งมีความสูงเฉลี่ยต่อต้นอยู่ระหว่าง 7.74-7.45 เซนติเมตร แต่การเจริญเติบโตที่ระยะ 21 วันหลังงอก พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) กล่าวคือ ภายใต้การใช้น้ำ RW ต้นถั่วเหลืองมีความสูงเฉลี่ยต่อต้นสูงที่สุดคือ 12.83 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ ภายใต้การใช้น้ำ PE มีความสูงเฉลี่ยต่อต้นอยู่ที่ 12.30 เซนติเมตร ในขณะเดียวกันภายใต้การใช้น้ำ AS, AL และ IW มีความสูงเฉลี่ยต่อต้นไม่ต่างกันคือมีความสูงเฉลี่ยต่อต้นอยู่ที่ 11.58 11.49 และ11.38 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนการเจริญเติบโตที่ระยะ 28-35 วันหลังงอกไม่พบความแตกต่างทางสถิติ โดยที่ระยะการเจริญเติบโตที่ระยะ28 วันหลังงอก ภายใต้การใช้น้ำ RW, PE, AS, AL และ IW มีความสูงเฉลี่ยต่อต้นอยู่ระหว่าง 17.07-15.25 เซนติเมตร และที่ระยะการเจริญเติบโตที่ระยะ 35 วันหลังงอก มีความสูงเฉลี่ยต่อต้นอยู่ระหว่าง 23.22-20.49 เซนติเมตร ภายใต้การใช้น้ำทั้ง 5 ชนิด แต่เมื่อพิจารณาที่ระยะเก็บเกี่ยวพบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.01$) คือ ภายใต้การใช้น้ำ RW มีความสูงเฉลี่ยต่อต้นสูงที่สุด37.20 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ การใช้น้ำ PE, AL และ AS ที่มีความสูงเฉลี่ยต่อต้นที่ใกล้เคียงกันคือ 34.46 33.89 33.48 เซนติเมตร ตามลำดับ ขณะที่การใช้น้ำ IW มีความสูงเฉลี่ยต่อต้นต่ำที่สุดคือ 31.26 เซนติเมตร (ตารางที่ 1 และ รูปที่ 1)

ตารางที่ 1 ความสูงเฉลี่ยต่อต้นที่ระยะการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 2 ที่ใช้น้ำเสียที่ได้จากการบำบัดด้วยวิธีต่างๆเปรียบเทียบกับการใช้น้ำจากคลองชลประทาน

ชนิดของน้ำ	อายุวันหลังงอก (เซนติเมตร)					
	7	14	21	28	35	75 (เก็บเกี่ยว)
น้ำเสีย (RW)	5.79 a	8.22a	12.83 a	17.07	23.22	37.20a
น้ำจากระบบบำบัดขั้นต้น (PE)	5.18b	8.20a	12.30 b	15.95	21.95	34.46 b
น้ำบำบัดแบบตะกอนเร่ง (AS)	4.87b	7.74 ab	11.58 bc	15.84	20.49	33.48bc
น้ำบำบัดแบบบ่อเติมอากาศ (AL)	4.91b	7.45 b	11.49 bc	15.74	21.19	33.89bc
น้ำชลประทาน (IW)	5.08 b	7.64 b	11.38 c	15.25	21.19	31.26c
C.V. (%)	4.99	5.65	4.76	7.46	7.46	5.29
L.S.D. (0.05)	0.3896	ns	0.8556	ns	ns	2.7179
L.S.D. (0.01)	0.5387	ns	ns	ns	ns	3.7574

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



รูปที่ 1 ความสูงเฉลี่ยต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 2 ที่ใช้น้ำเสียที่ได้จากการบำบัดด้วยวิธีต่างๆเปรียบเทียบกับการใช้น้ำจากคลองชลประทาน

1.2 ผลของน้ำเสียทั้ง 5 ชนิดที่มีต่อจำนวนข้อของต้นถั่วเหลือง

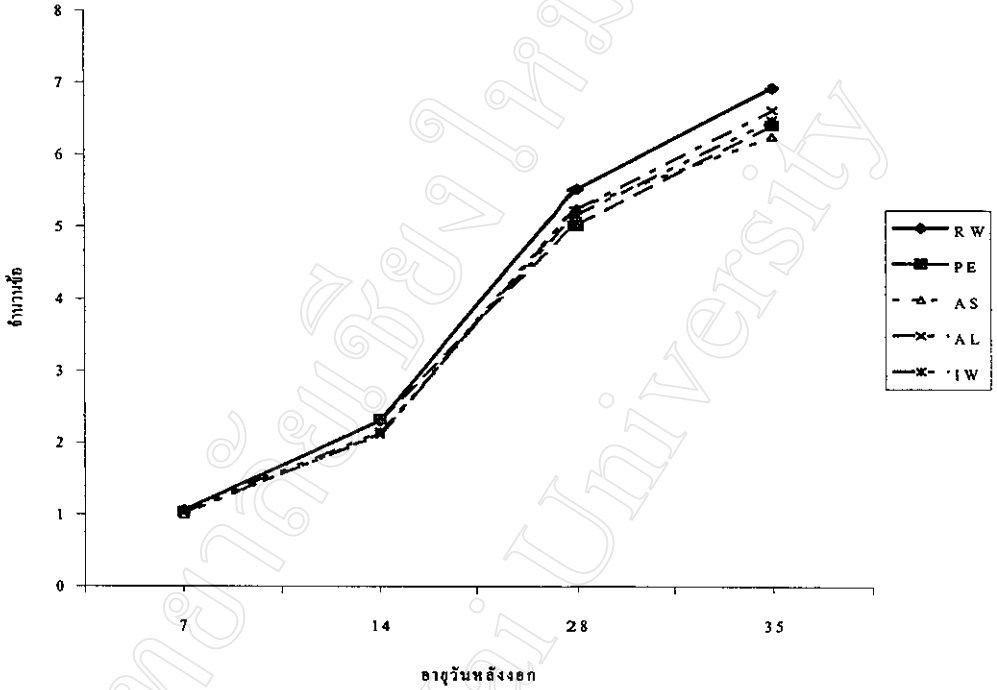
การใช้น้ำเสียทั้ง 5 ชนิดมีผลต่อจำนวนข้อเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 2 ซึ่งทำการวัดทุกระยะ 7 วันและทำการวัดต่อเนื่องกันไปจนกระทั่งถั่วเหลืองมีอายุได้ 35 วันและวัดอีกครั้งในระยะเก็บเกี่ยวพบว่า ที่ระยะ 7 วันหลังงอก มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) กล่าวคือ ภายใต้การใช้น้ำ RW มีจำนวนข้อเฉลี่ยต่อต้นมากที่สุดคือ 1.18 ข้อ รองลงไปได้แก่ภายใต้การใช้น้ำ IW, PE, AL และ AS ที่มีจำนวนข้อที่ใกล้เคียงกันคือ 1.06 1.04 1.02 และ 1.00 ข้อ ตามลำดับ ส่วนการเจริญเติบโตที่ระยะ 14-35 วันหลังงอกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิต ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ภายใต้การใช้น้ำ RW และ PE มีแนวโน้มที่มีจำนวนข้อเฉลี่ยต่อต้นมากกว่าภายใต้การใช้น้ำ AS, AL และ IW จนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิตกล่าวคือ การเจริญเติบโตที่ระยะ14 วันหลังงอกพบว่า มีจำนวนข้อเฉลี่ยต่อต้นอยู่ระหว่าง 2.33-2.12 ข้อ ส่วนที่ระยะ 28 วันหลังงอก พบว่า มีจำนวนข้อเฉลี่ยต่อต้นใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 5.52-5.02 ข้อ และที่ระยะ 35 วันหลังงอกนั้น มีจำนวนข้อเฉลี่ยต่อต้นอยู่ระหว่าง 6.93-6.25 ข้อ และที่ระยะเก็บเกี่ยว พบว่า มีจำนวนข้อเฉลี่ยต่อต้นอยู่ระหว่าง 10.64 - 9.75 ข้อ (ตารางที่ 2 และ รูปที่ 2)

ตารางที่ 2 จำนวนข้อเฉลี่ยต่อต้นที่ระยะการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 2 ที่ใช้น้ำเสียที่ได้จากการบำบัดด้วยวิธีต่างๆเปรียบเทียบกับการใช้น้ำจากคลองชลประทาน

ชนิดของน้ำ	อายุ (วัน) หลังงอก				
	7	14	28	35	75 (เก็บเกี่ยว)
น้ำเสีย (RW)	1.18a	2.31	5.52	6.93	10.64
น้ำจากระบบบำบัดขั้นต้น (PE)	1.04ab	2.33	5.02	6.41	9.97
น้ำบำบัดแบบตะกอนเร่ง (AS)	1.00b	2.14	5.25	6.25	10.16
น้ำบำบัดแบบบ่อเติมอากาศ (AL)	1.02b	2.12	5.23	6.62	10.19
น้ำชลประทาน (IW)	1.06b	2.16	5.16	6.48	9.75
C.V. (%)	3.59	6.67	6.33	6.11	5.0
L.S.D. (0.05)	0.1251	ns	ns	ns	ns

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



รูปที่ 2 จำนวนข้อเฉลี่ยต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่2ที่ใช้น้ำเสียที่ได้จากการบำบัดด้วยวิธีต่างๆ เปรียบเทียบกับการใช้น้ำจากคลองชลประทาน

1.3 ผลของน้ำเสียทั้ง 5 ชนิดที่มีต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลือง

ผลของการใช้น้ำเสียทั้ง 5 ชนิดที่มีต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 2 ที่ปลูกภายใต้การใช้น้ำเสีย (RW) น้ำจากระบบบำบัดขั้นต้น (PE) น้ำบำบัดแบบตะกอนเร่ง (AL) น้ำบำบัดแบบบ่อเติมอากาศ (AS) และน้ำชลประทาน (IW) พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยต่อกระถาง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเห็นได้ชัด ($P<0.01$) กล่าวคือ ภายใต้การใช้ RW และ PE ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อกระถางที่ใกล้เคียงกัน คือ 18.86 และ 18.01 กรัม ซึ่งสูงกว่าการใช้น้ำอีก 3 ชนิด คือ AL, AS และ IW ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อกระถางที่ไม่แตกต่างกัน คือ 13.55 13.50 และ 13.19 กรัม ตามลำดับ เมื่อพิจารณาองค์ประกอบผลผลิต พบว่า จำนวนฝักต่อต้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$) อย่างชัดเจน ซึ่งภายใต้การใช้น้ำ RW ให้จำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้นมากที่สุดคือ 29.19 ฝัก รองลงมาคือภายใต้การใช้น้ำ PE ที่ให้จำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้น 28.25 ฝัก ส่วนภายใต้การใช้น้ำ AS และ AL ให้จำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้นที่ใกล้เคียงกัน แต่ภายใต้การใช้น้ำชนิด IW ให้จำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้นน้อยที่สุดคือ 22.25 ฝัก สำหรับจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อต้นพบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

คือภายใต้การใช้น้ำ RW, PE, AS และAL ให้จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อต้นที่ไม่แตกต่างกันมีเมล็ดอยู่ระหว่าง 52.97- 43.14 เมล็ด ส่วนภายใต้การใช้น้ำ IW ให้จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อต้นน้อยที่สุดคือ 32.44 เมล็ด ในขณะเดียวกันไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อฝักคือ ภายใต้การใช้น้ำ RW, PE, AS, AL และ IW ให้จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อฝักที่ใกล้เคียงกันซึ่งอยู่ระหว่าง 1.80 -1.43 ฝัก แต่เมื่อพิจารณาน้ำหนัก 100 เมล็ด พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$) อย่างชัดเจนคือ ภายใต้การใช้น้ำ PE และ RW ให้น้ำหนัก 100เมล็ดไม่แตกต่างกันคือ 12.38 และ 12.02 กรัม ตามลำดับ แต่มากกว่าภายใต้การใช้น้ำ AS, IW และ AL ที่ให้น้ำหนัก 100 เมล็ดที่ใกล้เคียงกันคืออยู่ระหว่าง 10.69 -10.63 กรัม (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 2 ที่ใช้น้ำเสียที่ได้จากการบำบัดด้วยวิธีต่างๆเปรียบเทียบกับการใช้น้ำจากคลองชลประทาน

ชนิดของน้ำ	ผลผลิต/กระถาง (กรัม)	ฝัก/ต้น	เมล็ด/ต้น	เมล็ด/ฝัก	น.น 100 เมล็ด (กรัม)
น้ำเสีย (RW)	18.86 a	29.19a	52.97a	1.80	12.02 a
น้ำจากระบบบำบัดขั้นต้น (PE)	18.01 a	28.25b	50.36 a	1.78	12.38a
น้ำบำบัดแบบตะกอนเร่ง (AS)	13.50 b	25.08bc	43.30 ab	1.72	10.69 b
น้ำบำบัดแบบบ่อเติมอากาศ (AL)	13.55 b	23.30 c	43.14ab	1.85	10.63 b
น้ำชลประทาน (IW)	13.19 b	22.25d	32.44b	1.43	10.64 b
C.V. (%)	11.15	10.50	14.72	17.59	4.44
L.S.D. (0.05)	2.5928	4.0562	11.788	ns	0.7560
L.S.D. (0.01)	3.5845	5.6077	ns	ns	1.0452

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

1.4 ผลการวิเคราะห์โลหะหนักในผลผลิตของถั่วเหลือง

ผลจากการวิเคราะห์โลหะหนักในผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 2 ที่ปลูกภายใต้การใช้น้ำเสีย (RW) น้ำจากระบบบำบัดแบบขั้นต้น (PE) น้ำจากระบบบำบัดแบบตะกอนเร่ง (AS) น้ำจากระบบบำบัดแบบบ่อเติมอากาศ (AL) และน้ำจากคลองชลประทาน (IW) ดังตารางที่ 4 พบว่าภายใต้การใช้น้ำ ทั้ง 5 ชนิด ไม่พบโลหะหนัก 2 ชนิดคือ แคดเมียม (Cd) และ ตะกั่ว (Pb) แต่พบโลหะหนักพวกทองแดง (Cu) และ สังกะสี (Zn) ในผลผลิต ซึ่งภายใต้การใช้น้ำ RW และ AS มีปริมาณโลหะหนักพวก Cu มากที่สุดในปริมาณที่เท่ากันคือ 1,130 µg/100g รองลงไปได้แก่ ภายใต้การใช้น้ำ IW พบในปริมาณ 1,100µg/100g ขณะที่ภายใต้การใช้น้ำ PE และ Al พบในปริมาณที่ใกล้เคียงกันคือ 1,050 และ 1,040 µg/100g สำหรับปริมาณของ Zn ในผลผลิต พบว่า ภายใต้การใช้น้ำ PE พบปริมาณของ Zn มากที่สุดคือในปริมาณ 5,200 µg/100g รองลงไปได้แก่ ภายใต้การใช้น้ำ AS, AL และ RW พบในปริมาณปริมาณที่ใกล้เคียงกันคือ 4,990 4,890 และ 4,880 µg/100g ตามลำดับ ในขณะที่ภายใต้การใช้น้ำ IW พบในปริมาณเพียง 4,740 µg/100g แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักกับค่ามาตรฐานแล้วพบว่า มีปริมาณของ Cu เกินกว่าค่าที่กำหนดเพียงเล็กน้อย ส่วนปริมาณของ Zn มีค่าต่ำกว่าค่าที่กำหนด (ตารางภาคผนวกที่ 21)

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ปริมาณ Cd, Pb, Cu และ Zn ในผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 2 ที่ใช้น้ำเสียที่ได้จากการบำบัดด้วยวิธีต่างๆเปรียบเทียบกับการใช้น้ำจากคลองชลประทาน

ชนิดของน้ำ	ปริมาณโลหะหนักในผลผลิต (µg/100g)			
	Cd (µg/100g)	Pb (µg/100g)	Cu (µg/100g)	Zn (µg/100g)
น้ำเสีย (RW)	0	0	1,130	4,880
น้ำจากระบบบำบัดขั้นต้น (PE)	0	0	1,050	5,200
น้ำจากระบบบำบัดแบบตะกอนเร่ง (AS)	0	0	1,130	4,990
น้ำจากระบบบำบัดแบบบ่อเติมอากาศ (AL)	0	0	1,040	4,890
น้ำจากคลองชลประทาน (IW)	0	0	1,100	4,740

1.5. สมบัติทางเคมีของดินหลังปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 2

หลังเสร็จสิ้นการทดลองแล้วพบว่าการใช้น้ำทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ น้ำเสีย (Raw Wastewater, RW) น้ำทิ้งจากระบบน้ำเสียขั้นต้น (Primary Treatment Effluent, PE) น้ำทิ้งจากระบบบำบัดขั้นที่สองแบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge, AS) น้ำทิ้งจากระบบบำบัดขั้นที่สองแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon, AL) น้ำจากคลองชลประทาน (Irrigated water, IW) ทำให้ดินมีค่า pH ลดลงเล็กน้อย ยกเว้นการใช้น้ำ IW ที่มีค่า pH เท่าเดิม และ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (% O.M.) เพิ่มขึ้น โดยที่การใช้น้ำ RW มีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิมมากที่สุดคือเพิ่มขึ้น 62.42% ขณะที่ภายใต้การใช้น้ำ PE, AS และ AL มีค่าเพิ่มขึ้นในปริมาณที่เท่ากันคือ 57.14 % แต่การใช้น้ำ IW มีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิมน้อยที่สุดเพียง 50% ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในดิน (P_2O_5) พบว่ามีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในดินลดลง ซึ่งการใช้น้ำ RW และ PE มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในดินลดลงมากที่สุดในปริมาณที่เท่ากันคือ ลดลง 46.35% รองลงไปได้แก่ การใช้น้ำ AS และ AL มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในดินลดลง 31.71 % และ 14.64 % ตามลำดับ ขณะที่การใช้น้ำ IW มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ลดลงน้อยที่สุดคือ 2.44 % และ มีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ในดินเพิ่มขึ้น กล่าวคือการใช้น้ำ IW มีปริมาณเพิ่มขึ้นมากที่สุดร้อยละ 32.72 ส่วนการใช้น้ำ AL,AS และ PE มีปริมาณเพิ่มขึ้นร้อยละ 29.09 23.63 และ 15.45 ตามลำดับ ขณะเดียวกันการใช้น้ำ RW เพิ่มขึ้นในเพียงร้อยละ 6.36 สำหรับปริมาณของไนโตรเจนในดิน (N) นั้น มีปริมาณของไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ได้ในดินเพิ่มขึ้นในปริมาณเท่ากัน โดยที่ภายใต้การใช้น้ำ RW, PE, AS, Al และ IW มีปริมาณเพิ่มขึ้นร้อยละ 60 (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 สมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 2 ที่ใช้น้ำเสียที่ได้จากการบำบัดด้วยวิธีต่างๆเปรียบเทียบกับการใช้น้ำชลประทาน

ชนิดของน้ำ	pH	O.M. (%)	P_2O_5 (ppm.)	K_2O (ppm.)	N (%)
ก่อนปลูก	6.3	0.98	41	110	0.05
หลังปลูก					
น้ำเสียสด (RW)	6.2	1.57	22	117	0.08
น้ำเสียจากระบบบำบัดขั้นต้น (PE)	6.1	1.54	22	127	0.08
น้ำบำบัดแบบตะกอนเร่ง (AS)	6.1	1.54	28	136	0.08
น้ำบำบัดแบบบ่อเติมอากาศ (AL)	6.2	1.54	35	142	0.08
น้ำชลประทาน (IW)	6.3	1.47	40	146	0.08

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ผลการทดลองที่ 2 ผลของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่มีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60

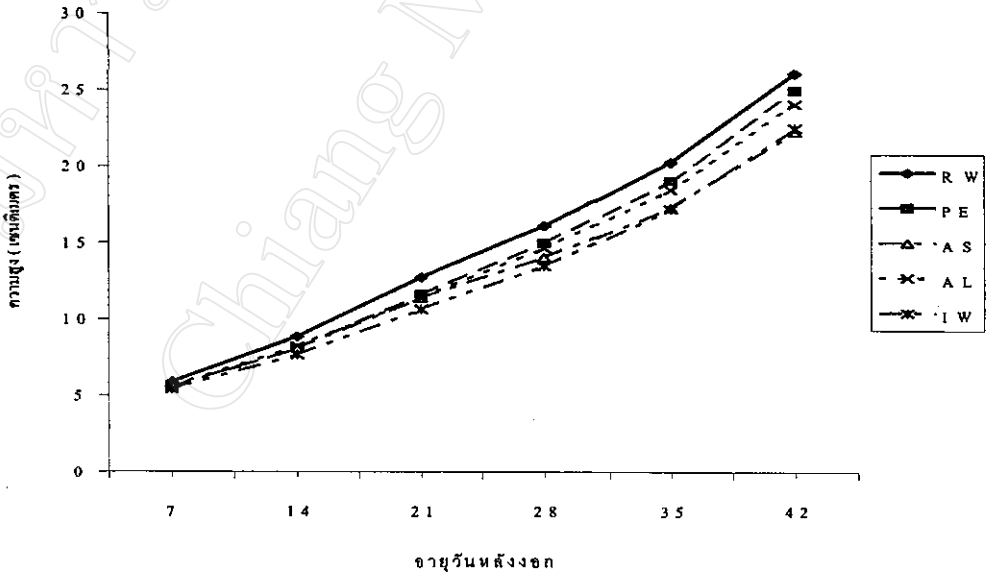
2.1 ผลของน้ำเสียทั้ง 5 ชนิดที่มีต่อความสูงของถั่วเหลือง

ผลของการใช้น้ำเสียทั้ง 5 ชนิดที่มีต่อความสูงเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 โดยทำการวัดครั้งแรกหลังจากถั่วเหลืองงอกได้ 7 วัน และทำการวัดต่อเนื่องกันไปจนกระทั่งถั่วเหลืองมีอายุได้ 42 วันและวัดอีกครั้งในระยะเก็บเกี่ยว ที่ปลูกภายใต้การใช้น้ำ (RW) น้ำจากระบบบำบัดขั้นต้น (PE) น้ำจากระบบบำบัดแบบตะกอนเร่ง (AS) น้ำจากระบบบำบัดแบบบ่อเติมอากาศ (AL) และน้ำจากคลองชลประทาน (IW) พบว่า ที่ระยะ 7 วันหลังงอก ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความสูงเฉลี่ยต่อต้นที่ใกล้เคียงกันคืออยู่ระหว่าง 5.91 -5.43 เซนติเมตร แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเห็นได้ชัด ($P<0.01$) ที่ระยะ 14-42 วันหลังงอก กล่าวคือ ที่ระยะ 14 วันหลังงอกพบว่า ภายใต้การใช้น้ำ RW มีความสูงเฉลี่ยต่อต้นสูงที่สุดคือ 8.86 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ ภายใต้การใช้น้ำ AL มีความสูงเฉลี่ยต่อต้นอยู่ที่ 8.24 เซนติเมตร ซึ่งสูงกว่าภายใต้การใช้น้ำ PE, AS และ IW ที่มีความสูงเฉลี่ยต่อต้นที่ไม่แตกต่างกัน ส่วนที่ระยะ 21 วันหลังงอกพบว่า ภายใต้การใช้น้ำ RW มีความสูงเฉลี่ยต่อต้นสูงที่สุดคือ 12.73 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ ภายใต้การใช้น้ำ PE, AL และ AS ที่มีความสูงเฉลี่ยต่อต้นที่ใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 11.60-11.38 เซนติเมตร ขณะที่ภายใต้การใช้น้ำ IW มีความสูงเฉลี่ยต่อต้นต่ำที่สุดคือ 10.64 เซนติเมตร และที่ระยะ 28 วันหลังงอก พบว่าภายใต้การใช้น้ำ RW มีความสูงเฉลี่ยต่อต้นสูงที่สุดเช่นเดียวกันกับที่ระยะ 21 วันหลังงอกคือมีความสูงเฉลี่ยอยู่ที่ 16.10 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ ภายใต้การใช้น้ำ PE, AL และ AS มีความสูงเฉลี่ยที่ไม่ต่างกัน คืออยู่ระหว่าง 14.96-14.03 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่ในขณะเดียวกันภายใต้การใช้น้ำ IW มีความสูงเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ 13.45 เซนติเมตร และที่ระยะ 35 วันหลังงอกพบว่า ภายใต้การใช้น้ำ RW มีความสูงเฉลี่ยสูงที่สุดเช่นเดียวกันกับที่ระยะ28 วันหลังงอกคือมีความสูงเฉลี่ยอยู่ที่ 20.24 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ ภายใต้การใช้น้ำ PE ที่มีความสูงเฉลี่ยต่อต้นอยู่ที่ 19 เซนติเมตร ขณะที่ภายใต้การใช้น้ำ AL มีความสูงเฉลี่ยต่อต้นอยู่ที่ 18.45 เซนติเมตร ซึ่งไม่ต่างไปจากการใช้น้ำ AS และ IW ที่มีความสูงเฉลี่ยต่อต้นอยู่ที่ 17.25 และ17.17 เซนติเมตร ตามลำดับ และที่ระยะ 42 วันหลังงอกพบว่าภายใต้การใช้น้ำ RW และ PE มีความสูงเฉลี่ยต่อต้นสูงมากกว่าภายใต้การใช้น้ำอีก 3 ชนิด คือมีความสูงเฉลี่ยต่อต้นอยู่ที่ 26.03 และ 24.90 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าภายใต้การใช้น้ำ AL, IW และ AS มีความสูงเฉลี่ยต่อต้นที่ใกล้เคียงกันคือ 24.02 22.45 และ 22.22 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาที่ระยะเก็บเกี่ยวกลับพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ กล่าวคือ ภายใต้การใช้น้ำ AL มีความสูงเฉลี่ยต่อต้นสูงสุดคือ 36.20 เซนติเมตร และภายใต้การใช้น้ำ AS มีความสูงเฉลี่ยต่อต้นต่ำสุดคือ 32.87 เซนติเมตร (ตารางที่ 6 และ รูปที่ 3)

ตารางที่ 6 ความสูงเฉลี่ยที่ระยะการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ใช้น้ำเสียที่ได้จากการบำบัดด้วยวิธีต่างๆเปรียบเทียบกับการใช้น้ำจากคลองชลประทาน

ชนิดของน้ำ	อายุวันหลังงอก (เซนติเมตร)						
	7	14	21	28	35	42	95 (เก็บเกี่ยว)
น้ำเสีย (RW)	5.91	8.86 a	12.73a	16.10a	20.24a	26.03a	35.18
น้ำจากระบบบำบัดขั้นต้น (PE)	5.56	8.09bc	11.60b	14.96b	19.00b	24.90b	35.58
น้ำบำบัดแบบตะกอนเร่ง (AS)	5.52	8.09bc	11.38b	14.03bc	17.25c	22.22c	32.87
น้ำบำบัดแบบบ่อเติมอากาศ (AL)	5.61	8.24b	11.39b	14.64b	18.45c	24.02c	36.20
น้ำชลประทาน (IW)	5.43	7.68c	10.64c	13.45c	17.17c	22.45c	34.07
C.V. (%)	4.58	3.38	3.06	4.45	4.88	5.25	4.82
L.S.D. (0.05)	ns	0.4183	0.5329	0.9828	1.3574	1.8952	ns
L.S.D. (0.01)	ns	0.5783	0.7368	1.3587	1.8765	2.6201	ns

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



รูปที่ 3 ความสูงเฉลี่ยต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ใช้น้ำเสียที่ได้จากการบำบัดด้วยวิธีต่างๆ เปรียบเทียบกับการใช้น้ำจากคลองชลประทาน

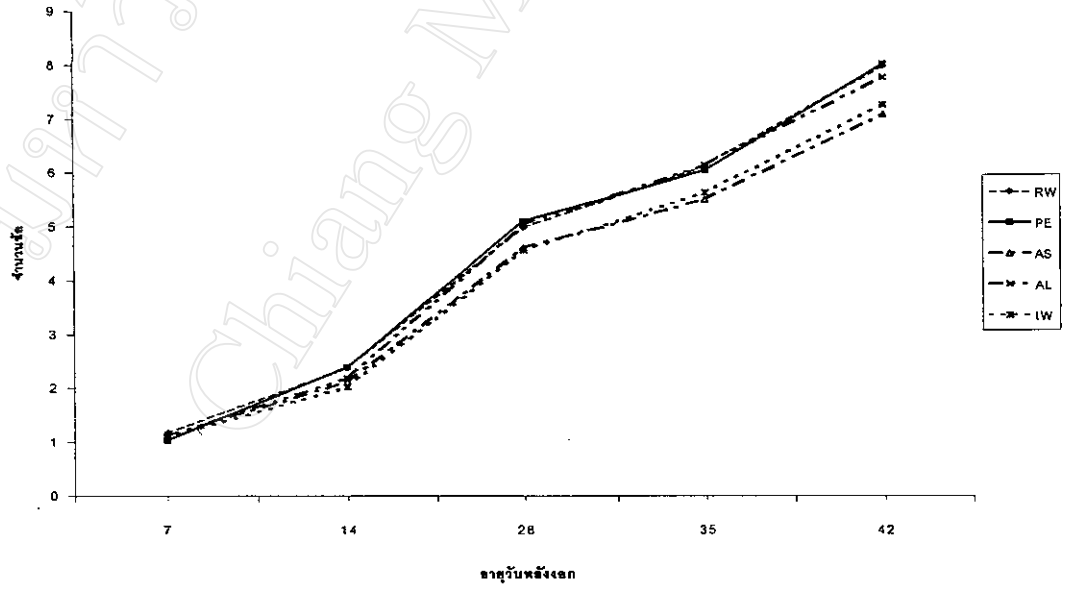
2.2 ผลของน้ำเสียทั้ง 5 ชนิดที่มีต่อจำนวนข้อของถั่วเหลือง

ผลของการใช้น้ำเสียทั้ง 5 ชนิดที่มีต่อจำนวนข้อเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 โดยทำการวัดครั้งแรกหลังจากถั่วเหลืองงอกได้ 7 วัน และทำการวัดต่อเนื่องกันไปจนกระทั่งถั่วเหลืองมีอายุได้ 42 วันและวัดอีกครั้งในระยะเก็บเกี่ยว ที่ปลูกภายใต้การใช้น้ำ (RW) น้ำจากระบบบำบัดขั้นต้น (PE) น้ำบำบัดแบบตะกอนเร่ง (AS) น้ำบำบัดแบบบ่อเติมอากาศ (AL) และน้ำชลประทาน (IW) พบว่า ที่ระยะ 7-28 วันหลังงอก ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ กล่าวคือ หลังจากถั่วเหลืองงอกได้ 7 วันภายใต้การใช้น้ำทั้ง 5 ชนิด มีจำนวนข้อเฉลี่ยต่อต้นอยู่ระหว่าง 1.18-1.04 ข้อ และที่ระยะ 14 วันหลังงอกพบว่า ภายใต้การใช้น้ำ RW, PE, AS, AL และ IW มีจำนวนข้อเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกัน ซึ่งภายใต้การใช้น้ำ PE มีจำนวนข้อเฉลี่ยต่อต้นสูงที่สุดคือ 2.39 ข้อ ส่วนภายใต้การใช้น้ำ IW มีจำนวนข้อเฉลี่ยต่อต้นต่ำที่สุดคือ 2.02 ข้อ ส่วนที่ระยะ 28 วันหลังงอกพบว่า ภายใต้การใช้น้ำ ทั้ง 5 ชนิด มีจำนวนข้อเฉลี่ยต่อต้นที่ใกล้เคียงกันคืออยู่ระหว่าง 5.10-4.56 ข้อ โดยที่ภายใต้การใช้น้ำ PE มีจำนวนข้อเฉลี่ยมากที่สุดคือ 5.10 ข้อ ส่วนภายใต้การใช้น้ำ IW มีจำนวนข้อเฉลี่ยต่อต้นน้อยที่สุดคือ 4.56 ข้อ และเมื่อถั่วเหลืองมีอายุได้ 35 วัน หลังงอกพบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิต ($P<0.05$) คือ ภายใต้การใช้น้ำ AL และ RW มีจำนวนข้อเฉลี่ยต่อต้นที่ใกล้เคียงกันคือ 6.14 และ 6.12 ข้อ ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าภายใต้การใช้น้ำ อีก 3 ชนิดโดยที่ภายใต้การใช้น้ำ PE, IW และ AS ที่มีจำนวนข้อเฉลี่ยอยู่ที่ 6.04 5.62 5.51 ข้อ ตามลำดับ และที่ระยะ 42 วันหลังงอกพบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$) คือ ภายใต้การใช้น้ำ PE,RW และ ALมีจำนวนข้อเฉลี่ยต่อต้นมากที่สุดที่ใกล้เคียงกันซึ่งอยู่ระหว่าง 8-7.75 ข้อ ซึ่งมากกว่าภายใต้การใช้น้ำ IW และ AS ที่มีจำนวนข้อเฉลี่ย 7.24 และ 7.15 ข้อ ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาที่ระยะการเก็บเกี่ยว พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ปลูกภายใต้การใช้น้ำ RW, PE, AS, AL และ IW ที่มีจำนวนข้อเฉลี่ยต่อต้นอยู่ระหว่าง 11.25-10.50 ข้อ (ตารางที่ 7 และ รูปที่ 4

ตารางที่ 7 จำนวนข้อเฉลี่ยที่ระยะการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ใช้น้ำเสียที่ได้จากการบำบัดด้วยวิธีต่างๆเปรียบเทียบกับการใช้น้ำจากคลองชลประทาน

ชนิดของน้ำ	อายุ (วัน) หลังงอก					
	7	14	28	35	42	95 (เก็บเกี่ยว)
น้ำเสีย (RW)	1.18	2.37	4.98	6.12 a	7.96 a	11.13
น้ำจากระบบบำบัดขั้นต้น (PE)	1.04	2.39	5.10	6.04 b	8.00 a	11.25
น้ำบำบัดแบบตะกอนเร่ง (AS)	1.12	2.12	4.60	5.51c	7.15 b	10.50
น้ำบำบัดแบบบ่อเติมอากาศ (AL)	1.12	2.18	5.04	6.14 a	7.75a	11.19
น้ำชลประทาน (IW)	1.08	2.02	4.56	5.62 bc	7.24 b	10.86
C.V. (%)	10.69	8.67	6.41	5.24	4.17	4.67
L.S.D. (0.05)	ns	ns	ns	0.4660	0.4784	ns
L.S.D. (0.01)	ns	ns	ns	ns	0.6614	ns

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



รูปที่ 4 จำนวนข้อเฉลี่ยต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ใช้น้ำเสียที่ได้จากการบำบัดด้วยวิธีต่างๆเปรียบเทียบกับการใช้น้ำจากคลองชลประทาน

2.3 ผลของน้ำเสียทั้ง 5 ชนิดที่มีต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลือง

ผลของการใช้น้ำเสียทั้ง 5 ชนิดที่มีต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกภายใต้การใช้น้ำ (RW) น้ำจากระบบบำบัดขั้นต้น (PE) น้ำบำบัดแบบตะกอนเร่ง (AS) น้ำบำบัดแบบบ่อเติมอากาศ (AL) และน้ำชลประทาน (IW) พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$) ของผลผลิตอย่างชัดเจน คือภายใต้การใช้น้ำ PE, RW, AL และ AS ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อกระถางที่ใกล้เคียงกันคือ 14.67 13.01 12.93 และ11.53 กรัม ตามลำดับ ขณะที่ภายใต้การใช้น้ำ IW ให้ผลผลิตต่อกระถางต่ำที่สุดคือ 7.97 กรัม เมื่อพิจารณาองค์ประกอบผลผลิตพบว่า จำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติคือภายใต้การใช้น้ำ RW, PE, AS, AL และ IW นั้นให้จำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้นที่ไม่ต่างกัน ซึ่งภายใต้การใช้น้ำ PE มีจำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้นมากที่สุดคือ 29.38 ฝัก ส่วนภายใต้การใช้น้ำ IW มีจำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้นน้อยที่สุดคือ 18.25 ฝัก แต่ในขณะเดียวกันพบความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) ของจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อต้นคือ ภายใต้การใช้น้ำ PE, AL, RW และ AS ให้จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อต้นที่ใกล้เคียงกันคือ 54.47 49.27 44.99 และ 44.33 เมล็ด ตามลำดับ แต่ภายใต้การใช้น้ำ IW ให้จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อต้นต่ำที่สุดคือ 30.61 เมล็ด ส่วนจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อฝักนั้นไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติคือภายใต้การใช้น้ำ RW, PE, AS, AL และ IW ให้จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อฝักที่ใกล้เคียงกันซึ่งมีจำนวนเมล็ดอยู่ระหว่าง 2.12 -1.67 เมล็ดและเมื่อพิจารณาน้ำหนัก 100 เมล็ด พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นเดียวกันกับจำนวนฝักต่อต้นและจำนวนเมล็ดต่อฝัก โดยที่ภายใต้การใช้น้ำ RW, PE, AS, AL และ IW ให้น้ำหนัก 100 เมล็ด อยู่ระหว่าง 10.15-8.62 กรัม ซึ่งภายใต้การใช้น้ำ RW ให้น้ำหนัก 100 เมล็ดสูงที่สุดคือ 10.15 กรัม ขณะที่ภายใต้การใช้น้ำ IW ให้น้ำหนัก 100 เมล็ดต่ำที่สุดคือ 8.62 กรัม (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ใช้น้ำเสียที่ได้จากการบำบัดด้วยวิธีต่างๆเปรียบเทียบกับการใช้น้ำจากคลองชลประทาน

ชนิดของน้ำ	ผลผลิต/กระถาง (กรัม)	ฝัก/ต้น	เมล็ด/ต้น	เมล็ด/ฝัก	น.น 100 เมล็ด
น้ำเสีย (RW)	13.01a	25.75	44.99 a	1.75	10.15
น้ำจากระบบบำบัดขั้นต้น (PE)	14.67 a	29.38	54.47 a	2.12	9.97
น้ำบำบัดแบบตะกอนเร่ง (AS)	11.53 a	26.05	44.33 ab	1.67	9.56
น้ำบำบัดแบบบ่อเติมอากาศ (AL)	12.93 a	26.72	49.27 a	1.85	9.19
น้ำชลประทาน (IW)	7.97b	18.25	30.61 b	1.67	8.62
C.V. (%)	18.86	22.53	20.58	24.31	8.96
L.S.D. (0.05)	3.4186	ns	13.879	ns	ns
L.S.D. (0.01)	4.7262	ns	ns	ns	ns

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

2.4 ผลการวิเคราะห์โลหะหนักในผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60

ผลจากการวิเคราะห์โลหะหนักในผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกภายใต้การใช้น้ำเสีย (RW) น้ำจากระบบบำบัดแบบขั้นต้น (PE) น้ำจากระบบบำบัดแบบตะกอนเร่ง (AS) น้ำจากระบบบำบัดแบบบ่อเติมอากาศ (AL) น้ำจากคลองชลประทาน (IW) ดังตารางที่ 9 พบว่า ภายใต้การใช้น้ำ ทั้ง 5 ชนิด ไม่พบโลหะหนัก 2 ชนิดคือแคดเมียม (Cd) และ ตะกั่ว (Pb) แต่พบปริมาณโลหะหนักพวกทองแดง (Cu) และ สังกะสี (Zn) เช่นเดียวกันกับถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 2 ซึ่งภายใต้การใช้น้ำ RW มีปริมาณโลหะหนักพวก Cu มากที่สุดในปริมาณ 1,260 µg/100 g รองลงไปได้แก่ ภายใต้การใช้น้ำ AS ที่มีปริมาณ 1,190 µg/100 g ส่วนภายใต้การใช้น้ำ IW , Al และPE พบในปริมาณที่ใกล้เคียงกันคือ 1,170 1,160 และ 1,150 µg/100 g ในขณะเดียวกันพบว่าภายใต้การใช้น้ำ RW มีปริมาณของ Zn ในผลผลิตมากที่สุดคือ 6,090 µg/100 g รองลงไปได้แก่ ภายใต้การใช้น้ำ PE, IW และ AS ที่มีปริมาณ 5,710 5,670 และ 5,420 µg/100 g ตามลำดับ แต่ภายใต้การใช้น้ำ AL มีปริมาณเพียง 5,280 µg/100 g เท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบปริมาณของโลหะหนักในผล

ผลิตกับค่ามาตรฐานที่กำหนดแล้วพบว่า มีปริมาณของ Cu เกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด ขณะที่มีปริมาณของ Zn ต่ำกว่าค่าที่กำหนด (ตารางภาคผนวกที่ 21)

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์ปริมาณ Cd, Pb, Cu และ Zn ในผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ใช้น้ำเสียที่ได้จากการบำบัดด้วยวิธีต่างๆเปรียบเทียบกับการใช้น้ำชลประทาน

ชนิดของน้ำ	ปริมาณโลหะหนักในผลผลิต (µg/100g)			
	Cd (µg/100g)	Pb (µg/100g)	Cu (µg/100g)	Zn (µg/100g)
น้ำเสีย (RW)	0	0	1,260	6,090
น้ำจากระบบบำบัดขั้นต้น (PE)	0	0	1,150	5,710
น้ำจากระบบบำบัดแบบตะกอนเร่ง (AS)	0	0	1,190	5,420
น้ำจากระบบบำบัดแบบบ่อเติมอากาศ (AL)	0	0	1,160	5,280
น้ำจากคลองชลประทาน (IW)	0	0	1,170	5,670

2.5 สมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60

เมื่อพิจารณาคุณสมบัติทางเคมีของดินหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 พบว่า ภายใต้การใช้น้ำทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ น้ำเสีย (Raw Wastewater, RW) น้ำทิ้งจากระบบน้ำเสียขั้นต้น (Primary Treatment Effluent, PE) น้ำทิ้งจากระบบบำบัดขั้นที่สองแบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge, AS) น้ำทิ้งจากระบบบำบัดขั้นที่สองแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon, AL) และน้ำจากคลองชลประทาน (Irrigated water, IW) ทำให้ดินมีค่า pH ลดลง ซึ่งมีค่า pH อยู่ระหว่าง 6.2-6.0 แต่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (% O.M.) เพิ่มขึ้นโดยที่ภายใต้การใช้น้ำ AL มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ 71.42 % รองลงไปได้แก่ ภายใต้การใช้น้ำ PE, IW, RW และ AS มีค่าเพิ่มขึ้น 57.14 54.08 43.87 และ 36.73% ตามลำดับ และมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในดิน (P_2O_5) ลดลง โดยที่การใช้น้ำ PE ลดลงในปริมาณมากที่สุดร้อยละ 53.65 รองลงไปได้แก่การใช้น้ำ AS ร้อยละ 41.46 ส่วนการใช้น้ำ RW และ IW ลดลงเหลืออยู่ในปริมาณที่เท่ากันคือร้อยละ 39.02 ส่วนการใช้น้ำ AL มีปริมาณลดลงน้อยที่สุดคือร้อยละ 31.14 ขณะที่มีปริมาณ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ในดิน (K_2O) เพิ่มขึ้น โดยที่การใช้น้ำ AL มีปริมาณ

โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ในดินเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ 10.90 % รองลงไปได้แก่ การใช้น้ำ PE และ IW มีปริมาณเพิ่มขึ้นในอัตราที่เท่ากันคือ 6.36 % ส่วนการใช้น้ำ RW และ AS มีปริมาณเพิ่มขึ้นที่ใกล้เคียงกันคือ 2.72 % และ 1.81 % ตามลำดับ และมีปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ได้ในดินนั้นเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับปริมาณโพแทสเซียม โดยที่การใช้น้ำ PE,AL และ IW มีปริมาณเพิ่มขึ้นที่เท่ากันคือร้อยละ 60 ขณะที่ภายใต้การใช้น้ำ RW และ AS มีปริมาณเพิ่มขึ้นร้อยละ 40 (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 สมบัติทางเคมีของดินหลังปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ใช้น้ำเสียที่ได้จากการบำบัดด้วยวิธีต่างๆเปรียบเทียบกับการใช้น้ำจากคลองชลประทาน

ชนิดของน้ำ	ดินหลังปลูก				
	pH	O.M. (%)	P_2O_5 (ppm.)	K_2O (ppm.)	N (%)
ก่อนปลูก	6.3	0.98	41	110	0.08
หลังปลูก					
น้ำเสียสด (RW)	6.0	1.41	25	113	0.07
น้ำเสียจากระบบบำบัดขั้นต้น (PE)	6.1	1.54	19	117	0.08
น้ำบำบัดแบบตะกอนเร่ง (AS)	6.2	1.34	24	112	0.07
น้ำบำบัดแบบบ่อเติมอากาศ (AL)	6.1	1..68	27	122	0.08
น้ำชลประทาน (IW)	6.0	1.51	25	117	0.08

3. สมบัติบางประการทั่วไปของน้ำที่ใช้ในการทดลอง

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำจากแหล่งชุมชนทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ น้ำเสีย (RW) น้ำจากระบบบำบัดขั้นต้น (PE) น้ำจากบำบัดแบบตะกอนเร่ง (AL) น้ำจากระบบบำบัดแบบบ่อเติมอากาศ (AS) และน้ำจากคลองชลประทาน (IW) พบว่า มีค่าแปรผันของ pH เฉลี่ย อยู่ระหว่าง 6.83-8.16 โดยที่ตัวอย่างน้ำ AL มีค่าแปรผัน pH เฉลี่ยสูงที่สุดอยู่ที่ 8.16 รองลงไปได้แก่ ตัวอย่างน้ำ IW อยู่ที่ 7.62 ส่วนน้ำ PE, AS และ RW มีค่าแปรผันของ pH เฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันอยู่ที่ 6.93 6.90 และ 6.83 ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ 13) ในขณะเดียวกันพบว่า ตัวอย่างน้ำ RW มีค่าแปรผันของ Conductivity สูงที่สุดคือ 514.65 ไมโครโมห์/ซม. รองลงไปได้แก่ ตัวอย่างน้ำ PE, AS และ AL มีค่าแปรผันอยู่ที่ 497.15 439.08 และ 296.73 ไมโครโมห์/ซม. ตามลำดับ ส่วนตัวอย่างน้ำ IW มีค่าแปรผันต่ำที่สุดอยู่ที่ 193.71 ไมโครโมห์/ซม. (ตารางภาคผนวกที่ 14)

ในกรณีปริมาณค่า Carbondioxide Oxidation Demand (COD) พบว่า ตัวอย่างน้ำ RW และ PE มีปริมาณค่าแปรผันของ COD เฉลี่ยมากกว่าตัวอย่างน้ำอีก 3 ชนิด โดยมีอยู่ในปริมาณ 153.42 และ 134.61 มก./ล. ในขณะที่ตัวอย่างน้ำ AL, AS และ IWมีปริมาณค่าแปรผัน COD เฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 31.44-16.92 มก./ล. (ตารางภาคผนวกที่ 15) ส่วนกรณีปริมาณค่าแปรผันของ Biochemical Oxidation Demand (BOD) ก็เป็นไปในทำนองเดียวกันกับค่าแปรผันของ COD โดยที่ตัวอย่างน้ำทั้ง 5 ชนิด มีปริมาณค่าแปรผันของ BOD เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 93.46-1.56 มก./ล. โดยที่ตัวอย่างน้ำ RW และ PE มีค่าแปรผันของ BOD เฉลี่ยสูงกว่าตัวอย่างน้ำ AS, AL และ IW ที่มีในปริมาณที่ไม่ต่างกันมากนัก (ตารางภาคผนวกที่ 16)

ในส่วนค่าแปรผันของฟอสฟอรัสทั้งหมดในตัวอย่างน้ำทั้ง 5 ชนิด พบว่า ตัวอย่างน้ำ RW, PE และ AS มีค่าการแปรผันเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันและมีค่าเฉลี่ยที่สูงกว่าตัวอย่างน้ำ AL และ IW โดยที่ตัวอย่างน้ำ RW มีค่าแปรผันเฉลี่ยสูงที่สุด 0.193 มก./ล. รองลงไปได้แก่ ตัวอย่างน้ำ PE และ AS ที่มีค่าแปรผันเฉลี่ย 0.191 และ 0.162 มก./ล. ตามลำดับ ขณะที่ตัวอย่างน้ำ AL และ IW มีค่าแปรผันเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันคือ 0.058 และ 0.050 มก./ล. ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ 17) สำหรับในส่วนค่าแปรผันของไนโตรเจนทั้งหมด พบว่า เป็นไปในทำนองเดียวกันกับค่าแปรผันเฉลี่ยของฟอสฟอรัสทั้งหมด โดยที่ตัวอย่างน้ำทั้ง 5 ชนิด มีค่าแปรผันไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 31.59-0.35 มก./ล. ซึ่งตัวอย่างน้ำ RW มีค่าแปรผันเฉลี่ยสูงที่สุดอยู่ที่ 31.59 มก./ล. ในขณะที่ตัวอย่างน้ำ AS มีค่าแปรผันต่ำที่สุดในปริมาณ 0.35 มก./ล. (ตารางภาคผนวกที่ 18)

ในกรณีในเตรทและไนไตรท์ไนโตรเจน พบว่า ตัวอย่างน้ำ AS มีค่าแปรผันของไนเตรทและไนไตรทไนโตรเจนในปริมาณที่สูงกว่าตัวอย่างน้ำ RW, PE, AL และ IW โดยมีค่าแปรผันเฉลี่ยอยู่ที่ 5.842 มก./ล. ส่วนตัวอย่างน้ำอีก 4 ชนิดมีค่าแปรผันเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.044-0.073 มก./ล. (ตารางภาคผนวกที่ 19) ในขณะเดียวกันมีค่าแปรผันเฉลี่ยของแอมโมเนียไนโตรเจนจากตัวอย่างน้ำ RW และ PE มีค่าแปรผันเฉลี่ยอยู่ที่ 27.54 และ 25.75 มก./ล. ซึ่งสูงกว่าตัวอย่างน้ำ AS, AL และ IW ที่มีค่าแปรผันเฉลี่ยอยู่ที่ 3.14 0.24 และ 0.11 มก./ล. ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ 20)

4. ปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างน้ำเสียทั้ง 5ชนิดในระหว่างการทดลอง

ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนดโดยกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สิ่งแวดล้อม (2537 และ 2539) ที่กำหนดให้มีค่าปริมาณโลหะหนักได้ในแหล่งน้ำผิวดินประเภท 3 และน้ำบาดาล (ตารางภาคผนวกที่ 21) ผลการวิเคราะห์โลหะหนักในน้ำทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ น้ำเสีย (RW) น้ำจากระบบบำบัดขั้นต้น (PE) น้ำจากบำบัดแบบตะกอนเร่ง (AL) น้ำจากบำบัดแบบบ่อเติมอากาศ (AS) และน้ำจากคลองชลประทาน (IW) เป็นระยะเวลา 1ปี ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2543 ถึงเดือนมกราคม 2544 (ตาราง

ภาคผนวกที่ 22) พบว่า ปริมาณของแคดเมี่ยมในน้ำทุกชนิดมีค่าต่ำกว่าค่าที่กำหนดให้เป็นค่าปลอดภัยสูงสุดของน้ำผิวดินถึง 5 เท่า ตลอดระยะเวลาที่ศึกษา 1 ปี ปริมาณของตะกั่วมีค่าต่ำกว่าค่าความปลอดภัยสูงสุด (0.05 มก./ล.) และปริมาณของทองแดงมีค่าต่ำกว่าค่าความปลอดภัยสูงสุดเกือบ 10 เท่าตัวยกเว้นในน้ำ PE เดือนมกราคม 2544 พบว่ามีค่าสูงมากเกือบ 2 เท่าของค่าความปลอดภัยสูงสุด ซึ่งทั้งตะกั่วและทองแดงมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในน้ำ PE ของเดือนมกราคม 2544 สำหรับค่าสังกะสีก็เป็นไปในทำนองเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตามน้ำทั้ง 5 ชนิด ส่วนมากจะมีค่าต่ำกว่าค่าความปลอดภัยสูงสุดที่กำหนด

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University