ข้อมูลข่าวสารของกรมวิทยาศาสตร์บริการ
ตาม พ.ร.บ. ข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. 2540

วศ
กม
อว 22

เอกสารผลงานที่เสนอให้ประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง
นักวิทยาศาสตร์ 7 ว

เรื่องที่ 1

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสเฟต ในกระถางหญ้าแฝกที่ผสมปุ๋ยสูตรต่าง ๆ

ผู้ดำเนินงาน

นางทวีลักษณ์ อ้นองอาจ
นักวิทยาศาสตร์ 6ว

กลุ่มงานอนินทรีย์เคมีวิเคราะห์ 3
กองเคมี
กรมวิทยาศาสตร์บริการ
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

เอกสารผลงานที่เสนอให้ประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง
นักวิทยาศาสตร์ 7 ว

เรื่องที่ 1

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสเฟต ในกระถางหญ้าแฝกที่ผสมปุ๋ยสูตรต่าง ๆ

เลขหมู่ ๖๘
๑๗๓
๐๒๒ ๙๙๑๐
เลขทะเบียน
วันที่ 14 เมษ ๔๔

ผู้ดำเนินงาน

ด้วยอภินันทนาการ
จาก
กวม

นางทวีลักษณ์ อ้นองอาจ
นักวิทยาศาสตร์ 6ว

กลุ่มงานอนินทรีย์เคมีวิเคราะห์ 3
กองเคมี
กรมวิทยาศาสตร์บริการ
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ (Available P_2O_5) โดยวิธี Gravimetric Quinoline Molybdate ในกระถางหญ้าแฝกซึ่งผลิตจากการผสมดิน หญ้าแฝก และปุ๋ยเกรดต่าง ๆ 5 เกรด ได้แก่ เกรด 24-8-16 14-14-14 และ 17-17-17 ซึ่งเป็นปุ๋ยชนิดละลายช้า (slow release) และเกรด 14-14-21 และ 16-16-16 เป็นปุ๋ยเคมี แต่ละเกรดทำ 3 สูตรคือ ใส่ปุ๋ย 5% 10% และ 15% ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตจากกระถางที่รดน้ำเป็นระยะเวลา 0 - 4 เดือน ปริมาณฟอสเฟตมีการเปลี่ยนแปลงหรือสูญหายน้อยมาก ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่าเมื่อนำไปปลูกกล้าไม้แล้วจะมีธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของกล้าไม้ก่อนนำไปปลูกลงดินต่อไป

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
สารบัญ	II
1 บทนำ	1
1.1 คำนำ	1
1.2 ปัญหาและที่มาของการศึกษาวิจัย	6
1.3 วัตถุประสงค์	7
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ	7
1.5 ระยะเวลาดำเนินการ	7
2 วัสดุ อุปกรณ์ วิธีการ	8
3 ผลการวิเคราะห์	14
4 วิจารณ์	22
5 สรุป	23
6 กิตติกรรมประกาศ	24
7 เอกสารอ้างอิง	25
8 ภาคผนวก	26
8.1 ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ จากกระถางทั้ง 3 สูตรโดยใช้ปุ๋ย slow release เกรด 24-8-16	26
8.2 ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ จากกระถางทั้ง 3 สูตรโดยใช้ปุ๋ย slow release เกรด 14-14-14	27
8.3 ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ จากกระถางทั้ง 3 สูตรโดยใช้ปุ๋ย เกรด 14-14-21	27
8.4 ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ จากกระถางทั้ง 3 สูตรโดยใช้ปุ๋ย เกรด 16-16-16	28
8.5 ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ จากกระถางทั้ง 3 สูตรโดยใช้ปุ๋ย slow release เกรด 17-17-17	28
8.6 แผนภูมิการผลิตกระถางหญ้าแฝก	29

1 - บทนำ

1.1 คำนำ

กรมวิทยาศาสตร์บริการได้เข้าร่วมในโครงการศึกษาวิจัยการผลิตกระถางหญ้าแฝกเพื่อปลูกป่า ณ ดอยตุง จังหวัดเชียงราย เพื่อเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ฉลองสิริราชสมบัติครบรอบ 50 ปี จึงได้ทำการผลิตกระถางหญ้าแฝกซึ่งมีปุ๋ยผสมอยู่ในตัว พืชที่ปลูกในกระถางนี้จะได้นำปุ๋ยจากกระถางหญ้าแฝกไปใช้ได้เมื่อนำไปปลูกป่าหรือใช้กระถางหญ้าแฝกเพาะกล้าไม้ต่าง ๆ แทนถุงพลาสติกดำเพื่อลดมลภาวะ พืชก็จะได้ปุ๋ยจากกระถางเหล่านี้เพื่อการเจริญเติบโต

<u>ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับปุ๋ยและหญ้าแฝก</u>

พืชจะเจริญเติบโตได้ต้องอาศัยปัจจัยหลายอย่าง ทั้งสภาวะสิ่งแวดล้อม ภูมิประเทศ ภูมิอากาศ และจะขาดไม่ได้คือธาตุอาหารพืช

ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชมีทั้งหมด 16 ธาตุ ได้แก่

คาร์บอน	(C)	ไฮโดรเจน	(H)
ออกซิเจน	(O)	ไนโตรเจน	(N)
ฟอสฟอรัส	(P)	โพแทสเซียม	(K)
แคลเซียม	(Ca)	แมกนีเซียม	(Mg)
แมงกานีส	(Mn)	โบรอน	(B)
กำมะถัน	(S)	ทองแดง	(Cu)
สังกะสี	(Zn)	เหล็ก	(Fe)
โมลิบดินัม	(Mo)	คลอรีน	(Cl)

ธาตุทั้ง 16 ธาตุนี้ พืชสามารถได้มาจากทางน้ำ, ทางอากาศและทางดิน

ทางน้ำ น้ำซึ่งประกอบด้วยไฮโดรเจนและออกซิเจน ดังนั้นเมื่อพืชดูดน้ำเข้าไปเท่ากับได้รับธาตุไฮโดรเจนและออกซิเจนด้วย

ทางอากาศ ในอากาศจะประกอบไปด้วยไนโตรเจนเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีถึง 78% แต่พืชก็ไม่สามารถนำไปใช้ได้ นอกจากพืชตระกูลถั่วเท่านั้นที่จะดูดธาตุไนโตรเจนจากอากาศไปเก็บไว้ที่ปมรากได้

ทางดิน ธาตุที่เหลืออีก 13 ธาตุ พืชมีความจำเป็นเช่นเดียวกับธาตุอื่น ๆ ที่ได้จากน้ำและอากาศ ถึงแม้ว่าพืชต้องการไม่มากแต่ก็ขาดเสียมิได้ ดังนั้นถ้าหากดินขาดธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชจะต้องเติมลงไปในดิน เรียกว่าการใส่ปุ๋ยบำรุงดิน

ปุ๋ย มาจากภาษาอังกฤษว่า เฟอร์ติไลเซอร์ (Fertilizer) รากศัพท์เดิมคือ เฟอร์ไทร์ (Fertile) ซึ่งหมายถึง ความอุดมสมบูรณ์

ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 กำหนดว่า

" ปุ๋ย " หมายความว่า สารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ไม่ว่าจะเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือทำขึ้นก็ตาม สำหรับใช้เป็นธาตุอาหารแก่พืชได้ ไม่ว่าโดยวิธีใด หรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในดินเพื่อบำรุงความเติบโตแก่พืช

" ปุ๋ยเคมี " หมายความว่า ปุ๋ยที่ได้จากสารอนินทรีย์หรืออินทรีย์สังเคราะห์รวมถึงปุ๋ยเชิงเดี่ยว ปุ๋ยเชิงผสมและปุ๋ยเชิงประกอบ และหมายความตลอดถึงปุ๋ยอินทรีย์ที่มีปุ๋ยเคมีผสมอยู่ด้วย แต่ไม่รวมถึงปูนขาว ดินมาร์ล ปูนพลาสเตอร์หรือยิปซั่ม

ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยวิทยาศาสตร์แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทตามส่วนประกอบของธาตุอาหารหลักดังนี้

" ปุ๋ยเชิงเดี่ยว " หมายความว่า ปุ๋ยเคมีที่มีธาตุอาหารหลักธาตุเดียว ได้แก่ปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยฟอสเฟตหรือปุ๋ยโปแตส

" ปุ๋ยเชิงผสม " หมายความว่า ปุ๋ยเคมีที่ได้จากการผสมปุ๋ยเคมีชนิดหรือประเภทต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้ธาตุอาหารตามต้องการ

" ปุ๋ยเชิงประกอบ " หมายความว่า ปุ๋ยเคมีที่ทำขึ้นด้วยกรรมวิธีทางเคมีและมีธาตุอาหารหลักอย่างน้อยสองธาตุขึ้นไป

ปุ๋ยเชิงเดี่ยวและเชิงประกอบจะถูกนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยเชิงผสม เช่นปุ๋ยเคมีเกรด 17-17-17 และ 24-8-16 เป็นต้น

"ธาตุอาหาร" หมายความว่า ธาตุที่มีอยู่ในปุ๋ยและสามารถเป็นอาหารแก่พืชได้ ธาตุอาหารแบ่งได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ((N-P-K) ทั้งสามธาตุนี้เป็นธาตุหลักที่พืชต้องการใช้เป็นปริมาณสูง พืชจำเป็นอย่างมากที่จะใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งขาดเสียมิได้ ถ้าขาดจะทำให้พืชเจริญเติบโตช้าไม่ออกดอกออกผล อ่อนแอ ตายง่าย

2. ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) ธาตุทั้ง 3 นี้ พืชต้องการน้อยมาก รองลงมาจากธาตุอาหารหลัก แต่ขาดไม่ได้

3. ธาตุอาหารเสริม มีอยู่ด้วยกัน 7 ธาตุ ได้แก่ เหล็ก (Fe) ทองแดง (Cu) แมงกานีส (Mn) โบรอน (B) โมลิบดินัม (Mo) สังกะสี (Zn) คลอรีน (Cl) โดยปกติธาตุอาหารเหล่านี้พืชต้องการน้อยมาก แต่ขาดไม่ได้ ถ้าขาดควรเติมลงในดินที่ปลูกพืช

ฟอสฟอรัส เป็นธาตุอาหารหลักธาตุหนึ่งซึ่งพืชต้องการใช้ในปริมาณสูงเพื่อการเจริญเติบโตของพืช จะพบธาตุฟอสฟอรัสในเซลที่มีชีวิตทุกเซล ในขณะที่พืชกำลังเจริญเติบโตจะพบธาตุนี้มากที่สุดในส่วนที่ยังอ่อน ปลายของรากและเมล็ดที่กำลังเจริญเติบโต เมื่อพืชแก่จะพบมากในเมล็ด ธาตุฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสารประกอบพวก

nucleoprotein และ phospholipids ซึ่งมีอยู่ในเมล็ดพืชทุกชนิด สารประกอบทั้งสองนี้เป็นส่วนของโครงสร้างของโปรตีนและเซลพืช ช่วยในการดูดซึมพวกไนโตรเจนและพวกไขมัน ฟอสฟอรัสยังเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ในเอนไซม์ (Enzyme) หลายชนิดที่จำเป็นต่อขบวนการ เมตตาโบลิซึม (metabolism) ฟอสฟอรัสช่วยในการแบ่งเซล ช่วยในการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลในพืช ช่วยให้รากเจริญเติบโตแข็งแรง เร่งดอกผลให้สุกเร็ว

ถ้าพืชขาดธาตุฟอสฟอรัสทำให้รากไม่เจริญเติบโตตามปกติ จะแคระแกรน แม้ว่าใบและต้นจะมีสีเขียวเข้มดี ทำให้พืชแก่ช้าผิดปกติ ใบและต้นพืชบางชนิด เช่น ข้าวโพดจะมีสีม่วงเป็นทาง ๆ

อาการของธาตุฟอสฟอรัสมากเกินไป ยังไม่ปรากฏชัดว่ามีอาการอย่างไร เพราะธาตุฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่เปลี่ยนรูปได้ง่าย ตามปกติธาตุฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในดินมักจะอยู่ในรูปที่ไม่สามารถจะละลายเป็นอาหารพืชได้ เช่น อยู่ในรูปของเฟอริคฟอสเฟต และอลูมินัมฟอสเฟต ดังนั้นในฤดูหนึ่ง ๆ จะมีธาตุฟอสฟอรัสในดินละลายได้เป็นปริมาณน้อยมาก ด้วยเหตุนี้ในการใส่ปุ๋ยพวกฟอสฟอรัสจึงจำเป็นต้องพิจารณาใส่ไว้ให้มากเกินความต้องการ และควรจะใส่ในรูปที่สามารถละลายเป็นอาหารพืชได้ทันที เช่น ปุ๋ยดับเบิลซุปเปอร์ฟอสเฟต และซุปเปอร์ฟอสเฟต แต่ถ้าใส่พวกหินฟอสเฟตจะต้องใส่ในดินที่มีปฏิกิริยาที่เป็นกรด เพราะกรดจะช่วยทำให้หินฟอสเฟตละลายได้ดีขึ้น

นอกจากนั้นยังมีปุ๋ยเคมีอีกอย่างหนึ่งคือปุ๋ยละลายช้า (Slow release หรือ Controlled release fertilizer) คือปุ๋ยเคมีที่เคลือบด้วยเรซิน (resin) หรือเมมเบรน (membrane) เพื่อให้การละลายของธาตุอาหารช้าลง เมื่อใส่ปุ๋ยลงไปในดินเม็ดปุ๋ยจะดูดซับความชื้นโดยผ่านเนื้อเยื่อบาง ๆ ที่เคลือบอยู่ ความชื้นนี้จะไปละลายธาตุอาหารในเม็ดปุ๋ย ทำให้เกิดความดันออสโมติก (Osmotic pressure = ความดันจากความเข้มข้นต่ำโดยผ่านเยื่อบาง ๆ) ผ่านสารเคลือบเม็ดออกมา ปริมาณสารเคมีชนิดพิเศษ (Chemical release agent) อยู่ในสารเคลือบเม็ด จะเป็นตัวกำหนดความเร็วในการแพร่กระจายของธาตุอาหารอย่างแน่นอน

ปุ๋ยฟอสเฟต ได้แก่

1. หินฟอสเฟต มีสูตรทางเคมีว่า $Ca_3(PO_4)_2$ มีฟอสเฟตทั้งหมดประมาณ 30 - 40% P_2O_5 แต่มีฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์เพียง 3% จะละลายช้า เหมาะสำหรับพืชยืนต้น

2. ซุปเปอร์ฟอสเฟต มีสูตรทางเคมีว่า $Ca(H_2PO_4)_2$ ได้จากหินฟอสเฟตทำปฏิกิริยากับกรด มีฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ไม่เกิน 25% เป็นปุ๋ยที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ทันที ดูดความชื้นได้เร็ว

3. ดับเบิลซุปเปอร์ฟอสเฟต มีสูตรทางเคมีว่า $Ca(HPO_4)_2$ มีฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ 40 - 48% P_2O_5

4. แคลเซียมเมตตาฟอสเฟต มีสูตรว่า $Ca(PO_3)_2$ หรือมีชื่อเรียกว่าเมตตาฟอส (Metaphos) มีฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ 60 - 65% P_2O_5 ได้จากการเผาฟอสฟอรัสกับรอคฟอสเฟตชนิดผง

5. แอมโมเนียมฟอสเฟต ใช้แอมโมเนียทำปฏิกิริยากับกรดฟอสฟอริคหรือกรดผสมระหว่างฟอสฟอริคกับกรดกำมะถัน จะให้แอมโมเนียมฟอสเฟต 46 - 48%

6. กรดฟอสฟอริค เตรียมได้โดยใช้ปุ๋ยฟอสเฟตทำปฏิกิริยากับกรดกำมะถัน

ฟอสเฟตในปุ๋ยประกอบด้วยสารประกอบฟอสเฟตหลายชนิดคือพวกที่ละลายน้ำได้ง่าย ได้แก่ สารประกอบพวก monocalcium, monoammonium และ diammonium phosphate พวกที่ละลายน้ำยาก และละลายได้ง่ายในน้ำยาซิเตรต หรือน้ำยาซิตริก ได้แก่สารประกอบพวก dicalcium phosphate และพวกที่ไม่ละลายทั้งในน้ำและน้ำยาซิเตรตหรือซิตริก ได้แก่ สารประกอบพวก tricalcium phosphate

ฟอสฟอรัสในปุ๋ยส่วนมากเป็นพวกสารอนินทรีย์ แต่มีปุ๋ยบางชนิดที่เป็นสารอินทรีย์ เช่น Bone meal, Cotton seed meal ฟอสฟอรัสส่วนมากจะอยู่ในรูป Ortho phosphate และรูปอื่น ๆ เช่น metaphosphate แต่เวลาวิเคราะห์จะต้องเปลี่ยนรูปต่าง ๆ ให้อยู่ในรูป Ortho phosphate โดยออกซิไดซ์ด้วยกรดไนทริก

การศึกษาทดลองเกี่ยวกับหญ้าแฝกเป็นพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช ตั้งแต่ปี 2534 เพื่อป้องกันการพังทลายของดิน โครงการพัฒนาดอยตุงมีการพังทลายของดินมาก เนื่องจากสภาพพื้นที่เป็นภูเขาและมีการตัดถนนเข้าหมู่บ้านต่าง ๆ มีฝนตกชุกในหน้าฝนทำให้หน้าดินดูดซับน้ำมาก จึงเกิดการพังทลายของดิน มีการแก้ไขหลายวิธี แต่ต้องใช้แรงงานมากและใช้ค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นจึงมีการทดลองปลูกหญ้าแฝกในโครงการพัฒนาดอยตุงขึ้น และปรากฏว่ารากหญ้าแฝกสามารถยึดหน้าดินไว้ได้เป็นอย่างดี

" หญ้าแฝก " มีชื่อภาษาอังกฤษว่า เวติเวอ แกรส (Vetiver grass) และชื่อวิทยาศาสตร์ว่า เวติเวอเรีย ซีซา นิออยด์ แน็ช (Vetiveria zizanioides Nash) ในประเทศไทยจำแนกออกได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ หญ้าแฝกหอม (Vetiveria zizanioides Nash) และหญ้าแฝกดอน (Vetiveria nemoralis A Camus) กรมพัฒนาที่ดินได้คัดเลือกพันธุ์หญ้าแฝกไว้เป็นพันธุ์ในประเทศ จำนวน 27 พันธุ์ และต่างประเทศ 1 พันธุ์ คือพันธุ์ศรีลังกา

หญ้าแฝกมีรากที่แข็งแรงและยาวมาก สามารถหยั่งลึกแผ่กระจายเป็นลักษณะตาข่ายลงในพื้นดิน สามารถยึดเกาะดินไม่ให้เลื่อนไหล และลำต้นสามารถกรองน้ำดักตะกอนดินได้เป็นการชะลอการไหลของน้ำให้ไหลช้าลง

ตามที่โครงการพัฒนาดอยตุงได้ทำการปลูกหญ้าแฝกเพื่อป้องกันการพังทลายของดินและเป็นแนวดักตะกอนดิน ส่วนใบหญ้าแฝกที่ตัดแต่งเพื่อป้องกันไฟไหม้จะมีเป็นจำนวนมาก สำนักงานประสานงานโครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริได้ร่วมกับกรมวิทยาศาสตร์บริการ และสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศ

ไทย ทำโครงการศึกษาวิจัยการผลิตกระถางหญ้าแฝกเพื่อปลูกป่า ณ ดอยตุง จังหวัดเชียงราย เพื่อเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ฉลองสิริราชสมบัติครบรอบ 50 ปี ได้ทำการผลิตกระถางหญ้าแฝกสำหรับเพาะชำกล้าไม้ต่าง ๆ แทนถุงพลาสติกดำ กระถางนี้ยังมีคุณสมบัติพิเศษหลายอย่าง คือสามารถสลายได้ในดิน ไม่มีสารพิษที่ก่อให้เกิดมลภาวะ ไม่มีเชื้อราที่กระถาง และมีปุ๋ยในตัวกระถางเมื่อเพาะชำต้นกล้า แล้วสามารถนำทั้งกระถางไปปลูกลงในสถานที่ที่เตรียมไว้ปลูกพืชนั้น ๆ ได้โดยไม่ต้องทุบกระถางนั้นออก ซึ่งให้ผลดีเนื่องจากไม่ทำให้รากและต้นกล้าเหล่านั้นได้รับความกระทบกระเทือน นอกจากนั้นยังมีธาตุอาหารพืชที่สำคัญอย่างเพียงพอ เมื่อนำต้นกล้าในกระถางหญ้าแฝกไปปลูกลงดิน ต้นกล้าสามารถเจริญเติบโตได้ไปจนต้นพืชแข็งแรง โดยไม่ต้องใส่ปุ๋ยหรือฉีดพ่นปุ๋ยเคมีเพิ่มเติม เพราะหญ้าแฝกที่ใช้ในการผลิตกระถางจะมีธาตุอาหารพืชบ้างเล็กน้อย ซึ่งสามารถเปื่อยยุ่ยเป็นปุ๋ยอินทรีย์ได้ และยังมีปุ๋ยเคมีที่ใส่ไว้ตั้งแต่เริ่มต้นผลิตกระถางที่จะทำให้พืชได้รับธาตุอาหารพืชอย่างเพียงพอ ปุ๋ยเคมีที่ใส่ในกระถางนี้สามารถเปลี่ยนแปลงปริมาณและเกรดปุ๋ยที่ใช้ได้ตามความต้องการของพืชแต่ละชนิด

หญ้าแฝกที่ใช้ในการทำกระถางเพื่อศึกษาทดลองนี้ใช้หญ้าแฝกหอม ซึ่งเป็นพืชล้มลุกที่มีอายุได้หลายปี ขึ้นเป็นกอแน่น ความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีและรวดเร็ว ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ได้แก่ อินเดีย ศรีลังกา และอินโดนีเซีย หญ้าแฝกหอมส่วนใหญ่มีใบยาว 90 เซนติเมตร กว้าง 0.6 - 0.9 เซนติเมตร หลังใบโค้ง ปลายใบแบน มีสีเขียวเข้ม เนื้อใบค่อนข้างเนียน มีไข (wax) เคลือบมากทำให้ดูมัน ท้องใบออกสีขาวซีดกว่าด้านหลังใบ และเมื่อนำใบไปส่องดูกับแดดจะเห็นรอยกั้นขวางในเนื้อใน (septum) ค่อนข้างเด่นชัด โดยเฉพาะในบริเวณส่วนโคนและกลางใบ เส้นกลางใบ (midrib) ฝังแบนราบอยู่ในตัวแผ่นใบ ไม่นูน หรือเห็นชัดเจน หญ้าแฝกหอมสามารถสืบพันธุ์ได้ทั้งแบบไม่อาศัยเพศ โดยแตกหน่อจากส่วนเหง้าใต้ดิน หรือแบบอาศัยเพศโดยการให้ดอก ดอกออกเป็นช่อสูงประมาณ 15 - 40 เซนติเมตร สีเหลืองปนเทาหรือม่วง ดอกเกิดเป็นคู่ ๆ ประกอบด้วยดอกประเภทที่มีก้านดอกและไม่มีก้านดอก ดอกที่ไม่มีก้านดอกจะเป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีทั้งเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย ส่วนดอกที่มีก้านดอกจะเป็นดอกตัวผู้ ระบบรากเป็นรากฝอย (Fibrous root) ปลายรากมีลักษณะคล้ายฟองน้ำห่อหุ้ม รากจะหยั่งตัวลึกลงไปในดินในแนวตั้งมากกว่าแนวนอน รากจะมีกลิ่นหอมอันเกิดจากสารอินทรีย์พวกอัลคาลอยด์ (alkaloids) ในรากซึ่งเป็นน้ำมันหอมระเหย รากเป็นสีน้ำตาลเหลืองหรือเหลืองนวล มีลักษณะเปราะเมื่อหักจะขาดจากกันและมีกลิ่นหอมอ่อน ๆ

กระถางหญ้าแฝกเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นจากโครงการศึกษาวิจัยการผลิตกระถางหญ้าแฝกเพื่อปลูกป่า ณ ดอยตุง จังหวัดเชียงราย เพื่อเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ฉลองสิริราชสมบัติครบรอบ 50 ปี โดยการนำหญ้าแฝกตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ บดให้ละเอียด ผสมกับดินเหนียวเนื้อละเอียดเพื่อให้สามารถขึ้นรูปเป็นกระถางได้ง่าย เติมปุ๋ย และ

สารกำจัดเชื้อรา ผสมกับน้ำ บดผสมด้วยเครื่องบดผสม ผ่านเครื่องรีดดินให้เหนียว เข้าเครื่องจิกเกอร์ (Jigger) ขึ้นรูปกระถาง (ทำโมล (mold) กระถางด้วยปูนปลาสเตอร์) ปล่อยให้แห้งและเก็บรักษาในที่แห้ง (ดูแผนภูมิการผลิตกระถางหญ้าแฝกในภาคผนวก 8.6) นำกระถางที่ได้มาวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยที่ใส่เข้าไปคือ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P_2O_5) และโพแทสเซียม (K_2O)

กลุ่มงานอนินทรีย์เคมีวิเคราะห์ 3 กองเคมี มีหน้าที่ในการวิเคราะห์ปุ๋ยและวัตถุดิบในการทำปุ๋ย จึงได้เข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัยการผลิตกระถางหญ้าแฝกเพื่อปลูกป่า ณ ดอยตุง จังหวัดเชียงราย เพื่อเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ฉลองสิริราชสมบัติครบรอบ 50 ปี โดยทำการวิเคราะห์ปุ๋ยเกรดต่าง ๆ ที่ใส่ในกระถางหญ้าแฝกเพื่อให้ทราบว่ากระถางหญ้าแฝกที่ผลิตขึ้นนั้นมีปริมาณธาตุอาหารหลักตามที่ใส่เข้าไปหรือไม่ และหลังจากการรดน้ำตามกำหนดเวลาต่าง ๆ กัน จะมีการสูญเสียธาตุอาหารหรือไม่ มากน้อยแค่ไหน

1.2 ปัญหาและที่มาของการศึกษาวิจัย

เนื่องจากโครงการศึกษาวิจัยการผลิตกระถางหญ้าแฝกเพื่อปลูกป่า ณ ดอยตุง จังหวัดเชียงราย เพื่อเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ฉลองสิริราชสมบัติครบรอบ 50 ปี ได้ทำการผลิตกระถางหญ้าแฝกที่มีปุ๋ยในกระถาง ต้องการศึกษาว่าปุ๋ยที่ใส่เข้าไปมีธาตุอาหารเพียงพอที่จะเพาะชำกล้าไม้ภายในระยะเวลา 4 เดือน กลุ่มงานอนินทรีย์เคมีวิเคราะห์ 3 มีหน้าที่วิเคราะห์ธาตุอาหารในปุ๋ยชนิดต่าง ๆ จึงได้ทำการวิเคราะห์กระถางหญ้าแฝกที่ใส่ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ ในปริมาณต่าง ๆ กัน และได้รดน้ำในกำหนดเวลาต่าง ๆ กันเพื่อให้ทราบว่าในระยะเวลาที่รดน้ำนั้น กระถางได้สูญเสียปริมาณธาตุอาหารไปหรือไม่ และหายไปมากน้อยเพียงไร จะมีธาตุอาหารเหลือพอที่จะนำไปปลูกต้นกล้าไม้หรือไม่ รายงานการศึกษาทดลองนี้ กล่าวถึงเฉพาะการหาปริมาณฟอสเฟต เนื่องจากฟอสฟอรัสก็เป็นธาตุอาหารหลักธาตุหนึ่งที่สำคัญสำหรับพืช จึงได้ทำการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบว่ามีประมาณเหลือหรือไม่จำนวนมากน้อยเพียงใด เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบกับการวิจัยโครงการศึกษาวิจัยการผลิตกระถางหญ้าแฝกเพื่อปลูกป่า ณ ดอยตุง จังหวัดเชียงราย

1.3 วัตถุประสงค์

การศึกษาทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือ ศึกษาทดลองหาปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ที่เหลืออยู่ในกระถางหญ้าแฝกที่มีส่วนผสมของปุ๋ยชนิดละลายช้าและปุ๋ยเคมีในปริมาณต่าง ๆ กัน หลังจากการรดน้ำในกำหนดเวลาต่าง ๆ กัน

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.4.1 เพื่อให้ทราบข้อมูลหลังจากการทดลองรดน้ำในระยะเวลาต่างกัน เพื่อศึกษาการปลดปล่อยธาตุอาหารฟอสเฟตในปุ๋ยสูตรต่าง ๆ ทั้ง 5 เกรดนี้ จะได้นำมาปรับปรุงการผลิตกระถางหญ้าแฝกให้มีคุณสมบัติพิเศษคือมีปุ๋ยที่มีธาตุอาหารในตัว โดยการเติมปุ๋ยสูตรที่เหมาะสมลงไปให้เป็นประโยชน์แก่กล้าไม้ที่เพาะชำในกระถางนี้ จะได้นำธาตุอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโตต่อไป

1.4.2 เพื่อนำข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณฟอสเฟตในกระถางหญ้าแฝกไปประกอบการศึกษาวิจัยในโครงการศึกษาวิจัยการผลิตกระถางหญ้าแฝกให้เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ต่อไป

1.5 ระยะเวลาดำเนินการ

มกราคม 2539 - กุมภาพันธ์ 2541

2 - วัสดุ อุปกรณ์ วิธีการ

2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

- เครื่องชั่งที่มีความละเอียด 4 ตำแหน่ง
- เครื่องบด (Laboratory Blender) รุ่น 8010 Model 32BL79 พร้อมโถสเตนเลส
- เครื่องบด Rotor-Speed Mill " Pulverisette14 "
- เครื่องดูดสูญญากาศ (Suction pump) และอุปกรณ์ประกอบ
- เครื่องเขย่าปรับอุณหภูมิ (Shaker bath)
- ตู้อบความร้อน (Oven) อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 250 องศาเซลเซียส
- แท่นให้ความร้อน (Hot plate)
- เทอร์โมมิเตอร์
- กูชครูซิเบิล (Gooch crucible) ซึ่งปูด้วยฟิลเตอร์ขนาดเล็ก (Micro fiber filter)
- เดซิกเกเตอร์ (Desiccator)
- เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)
- เครื่องแก้วที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมี
- กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42, 5
- ภาชนะพลาสติกสีชา (Polyethylene bottle)
- ตะแกรงพลาสติก

2.2 สารเคมีและวิธีเตรียม

2.2.1 สารเคมีชั้นคุณภาพวิเคราะห์

- กรดไนทริก (HNO_3) เจือจาง 1 : 1 โดยปริมาตร
- กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (HCl)
- สารละลายแอมโมเนีย (NH_4OH)
- กรดซิตริก (Citric acid)
- โมลิบดิกแอซิดแอนไฮไดรด์ (Molybdic acid anhydride, MoO_3)
- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
- ควินโนลีน (Synthetic quinoline)
- กรดซัลฟิวริกเข้มข้น
- โพแทสเซียมโบรเมต ($KBrO_3$)

2.2.2 การเตรียมสารละลาย

1. สารละลายซิตริก - โมลิบดิก แอซิด (Citric molybdic acid reagent)

1.1 ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 12 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 600 ลูกบาศก์เซนติเมตร ละลายด้วยน้ำกลั่นร้อน 400 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้แท่งแก้วคนจนละลายหมด เติม 100% โมลิบดิกแอซิดแอนไฮไดรด์ 54 กรัม ลงไป โดยค่อย ๆ เติมทีละน้อย ใช้แท่งแก้วคนจนละลายหมด ทิ้งให้เย็น เก็บไว้ในที่มืด

1.2 ละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 140 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในน้ำกลั่น 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในบีกเกอร์ขนาด 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมกรดซิตริก 60 กรัม ใช้แท่งแก้วคนจนเข้ากัน เก็บให้เย็น

1.3 เติมสารละลายในข้อ 1.1 ลงในข้อ 1.2 คนให้เข้ากัน เก็บไว้ให้เย็น กรอง เติมน้ำให้ได้สารละลาย 1 ลิตร เก็บไว้ในภาชนะพลาสติกสีชา (Polyethylene bottle) ถ้าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเขียวหรือสีน้ำเงินเนื่องจากถูกแสง เติมสารละลาย 0.5 %$KBrO_3$ ทีละหยดจนกระทั่งสีเขียวจางไป

2. สารละลายควินโนลีน (Quinoline solution)

ตวงกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 60 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในน้ำกลั่น 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในบีกเกอร์ 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมซินเทอติก ควินโนลิน (Synthetic Quinoline) 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนให้เข้ากันเก็บไว้ให้เย็น เติมน้ำกลั่นให้ได้สารละลาย 1 ลิตร กรอง เก็บไว้ในภาชนะพลาสติกสีชา (Polyethylene bottle)

3. สารละลายแอมโมเนียมซิเตรต (Ammonium citrate solution)

ชั่งกรดซิตริก 370 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ 2 ลิตร เติมน้ำกลั่น 1.5 ลิตร ใช้แท่งแก้วคนจนละลาย ทำให้ใกล้จะเป็นกลางด้วยสารละลายแอมโมเนีย (NH_4OH 28-29% NH_3) 345 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนให้เข้ากัน

นำสารละลายนี้ไปตรวจความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่องวัดพี เอช (pH meter) ให้ได้ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7 โดยปรับค่าด้วยสารละลายแอมโมเนียหรือกรดซิตริก วัดความถ่วงจำเพาะให้ได้ 1.09 ที่ 20 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำกลั่นในการปรับ สารละลายทั้งหมดจะได้ 2 ลิตร เก็บไว้ในขวดแก้วที่ปิดจุกอย่างดี คอยตรวจความเป็นกรด-ด่างอย่างสม่ำเสมอ

2.3 วิธีการ

2.3.1 ขั้นตอนในการศึกษาทดลอง

- วิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ (available P_2O_5) โดยวิธี Gravimetric Quinoline Molybdate ในปุ๋ยทั้ง 5 เกรดที่นำมาศึกษาและในกระถางหญ้าแฝกที่เตรียมจากปุ๋ย 3 สูตรโดยทดลองกับปุ๋ย 5 เกรดและได้ทดลองรดน้ำที่เวลาต่างกันคือ 0 1 2 3 และ 4 เดือนตามลำดับ โดยในการเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์แต่ละครั้งจะใช้การวิเคราะห์ 2 หรือ 3 กระถาง
- วิเคราะห์และประเมินค่าทางสถิติ

หาค่าเฉลี่ยของแต่ละการวิเคราะห์จากค่าฟอสเฟตของกระถาง 2 หรือ 3 ใบ

2.3.2 การเตรียมตัวอย่าง

1. เตรียมกระถางหญ้าแฝกซึ่งทำจากการผสมดิน หญ้าแฝกและปุ๋ยเกรดต่าง ๆ (กองการวิจัยเป็นผู้รับผิดชอบในการเตรียมกระถาง) จำนวน 5 เกรดได้แก่ ปุ๋ยเกรด 24-8-16 (ปุ๋ยชนิดละลายช้า slow release) เกรด 14-14-21 เกรด 14-14-14 (ปุ๋ยชนิดละลายช้า slow release) เกรด 17-17-17 (ปุ๋ยชนิดละลายช้า slow release) และเกรด 16-16-16 ในปริมาณต่างกันดังนี้คือ ร้อยละ 5 10 และ 15 โดยเตรียมตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเตรียมปุ๋ยเกรดต่าง ๆ ในส่วนผสมต่าง ๆ

สูตรที่	*ปริมาณปุ๋ย (ร้อยละ)*	*ปุ๋ยเกรด*				
		24-8-16	14-14-21	14-14-14	17-17-17	16-16-16
1	5	15 กระถาง	15 กระถาง	15 กระถาง	15 กระถาง	15 กระถาง
2	10	15 กระถาง	15 กระถาง	15 กระถาง	15 กระถาง	15 กระถาง
3	15	15 กระถาง	15 กระถาง	15 กระถาง	15 กระถาง	15 กระถาง

ปุ๋ยแต่ละสูตรจะประกอบไปด้วยดิน หญ้าแฝกและปุ๋ยตามร้อยละในตารางที่ 1 เช่นปุ๋ยเกรด 14-14-21 สูตรที่ 1 มีปริมาณปุ๋ยร้อยละ 5 คือในการทำกระถางใช้ส่วนผสมดิน 3,500 กรัม หญ้าแฝก 350 กรัม และปุ๋ย 210 กรัม จะทำกระถางได้ 24 ใบ แต่ละใบจะมีปุ๋ยเกรด 14-14-21 อยู่ร้อยละ 5.17 (ในส่วนผสมดิน + หญ้าแฝก + ปุ๋ย 4,060 กรัม มีปุ๋ยอยู่ 210 กรัม ดังนั้นในส่วนผสม 100 กรัม จะมีปุ๋ยอยู่ 5.17 กรัม)

2. นำกระถางหญ้าแฝกที่มีปุ๋ยแต่ละเกรดดังแสดงในตารางที่ 1 จัดเรียงในตะแกรงที่เตรียมไว้ตะแกรงละ 9 ใบ โดยวางกระถางหญ้าแฝกที่มีปุ๋ยร้อยละ 5 ร้อยละ 10 และ ร้อยละ 15 ตามลำดับโดย 1 ชุดตัวอย่างมี 3 กระถางคือ A B C ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตะแกรงแต่ละตะแกรงของปุ๋ยแต่ละเกรดจะประกอบด้วย

5% A	5% B	5% C
10% A	10% B	10% C
15% A	15% B	15% C

3. นำกระถางหญ้าแฝกที่ใส่ปุ๋ยแต่ละสูตรของปุ๋ยแต่ละเกรดแยกไว้เป็นตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์เปรียบเทียบอย่างละ 2 หรือ 3 ใบ โดยไม่ได้รดน้ำ (ตะแกรงที่ 1)
4. รดน้ำกระถางหญ้าแฝกที่เรียงในตะแกรงที่ 2 3 4 และ 5 ทุกวัน โดยใช้น้ำประมาณ 150 มิลลิลิตรต่อกระถางหนึ่งใบ ในเวลาเช้าวันละ 1 ครั้ง
5. เมื่อรดน้ำครบ 1 เดือนนำออกมาตากจนแห้งในอากาศปกติ แยกแต่ละใบบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบด แล้ววิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์
6. ทำเช่นเดียวกันนี้ แต่ใช้ระยะเวลารดน้ำ 2 3 และ 4 เดือน ตามลำดับ

2.3.3 การวิเคราะห์หาปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ (P_2O_5)

ทำการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ ในตัวอย่างกระถางทุกใบแล้วหาค่าเฉลี่ยในแต่ละชุด

1. บดตัวอย่างให้ละเอียดด้วยเครื่องบด
2. ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียดประมาณ 1 กรัมให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนถึงทศนิยม 4 ตำแหน่ง ใส่บนกระดาษกรองขนาด 9 เซนติเมตร (Whatman No.42) ที่วางอยู่บนกรวยแก้วบนขวดกรองสารระบบสูญญากาศ (suction flask) ขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต่อขวดกรองสาร ฯ เข้ากับเครื่องดูดสูญญากาศ เติมน้ำกลั่นทีละน้อยบนตัวอย่างแล้วให้เครื่องดูดสูญญากาศ ดูดน้ำที่ผ่านตัวอย่างลงในขวดกรองสาร ฯ จนกระทั่งได้สารละลาย (filtrate) 250 ลูกบาศก์เซนติเมตรภายในเวลา 1 ชั่วโมง (ก่อนเติม

น้ำแต่ละครั้งบนตัวอย่างให้เครื่องดูดสูญญากาศ ดูดสารละลายลงไปให้หมดก่อน)

3. ถ่ายส่วนที่เป็นของเหลวลงในขวดปริมาตรขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4. เอาส่วนที่เป็นของแข็งที่เหลืออยู่บนกระดาษกรอง (residue) ใส่ลงในขวดก้นแบนขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมสารละลายแอมโมเนียมซิเตรต 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดด้วยจุกยาง นำไปเขย่าในเครื่องเขย่าปรับอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เขย่าให้กระดาษกรองแตกกระจาย เปิดจุกยางเพื่อปรับความดันในตอนแรก ๆ
5. เมื่อครบเวลา 1 ชั่วโมง ถ่ายสารละลายและกระดาษกรองที่อยู่ในขวดก้นแบนทั้งหมดลงในขวดปริมาตรข้อ 3 เก็บไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรให้ครบ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง ก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์ต่อไป
6. กรองสารละลายในข้อ 5 ด้วยกระดาษกรอง (Whatman No.5 หรือเทียบเท่า) และภาชนะที่แห้ง จนได้สารละลายที่ใสพอต่อความต้องการวิเคราะห์
7. ปิเปตสารละลายที่ใส 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ในขวดก้นแบนขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมกรดไนทริกเจือจาง 1:1 โดยปริมาตร 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต้มให้เดือดอ่อน ๆ บนแท่นให้ความร้อน (Hot plate) 10 นาที เก็บไว้ให้เย็น เติมน้ำให้ได้ปริมาตรประมาณ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร
8. เติมสารละลายซิตริก - โมลิบดิกแอซิด 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต้มบนแท่นให้ความร้อนให้เดือดอ่อน ๆ ประมาณ 3 นาที ขณะที่สารละลายร้อน เติมสารละลายควินโนลีน 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากบิวเรตต์ โดยเขย่าอย่างระมัดระวัง (3-4 ลูกบาศก์เซนติเมตร แรกให้ค่อย ๆ หยด) จะได้ตะกอนสีเหลืองของ $(C_9H_7N)_3H_3[PO_4.12MoO_3]$ เก็บไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
9. เตรียมกูชครูซิเบิลที่ปูด้วยฟิลเตอร์ขนาดเล็ก (Microfiber filter) อบที่ตู้อบความร้อน (Oven) 250 องศาเซลเซียส เป็นเวลาครึ่งชั่วโมง เก็บไว้ให้เย็นในเดซิกเกเตอร์ ชั่งน้ำหนัก
10. นำตะกอนที่ได้จากข้อ 8 มากรองในกูชครูซิเบิลข้อ 9 ถ่ายตะกอนลงไปในกูชครูซิเบิลให้หมดโดยใช้น้ำกลั่น ล้างด้วยน้ำกลั่นอีก 5 ครั้ง ครั้งละประมาณ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร อบกูชครูซิเบิลและตะกอนที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส ครึ่งชั่วโมง ทำให้เย็นในเดซิกเกเตอร์ ชั่งน้ำหนัก แล้วนำไปอบใหม่จนได้ค่าคงที่ นำไปคำนวณต่อไป

P_2O_5 = $\frac{A}{W} \times \frac{B}{C} \times 100 \times 0.03207$

P_2O_5 = ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ ร้อยละ

A = น้ำหนักตะกอน (กรัม)

B = ปริมาตรทั้งหมด (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

C = ปริมาตรที่ใช้ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

0.03207 = แฟคเตอร์ในการคำนวณตะกอน $(C_9H_7N)_3H_3[PO_4.12MoO_3]$ เป็น P_2O_5

3 - ผลการวิเคราะห์

ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ในปุ๋ยทั้ง 5 เกรด ที่นำมาใช้ในการศึกษาทดลองครั้งนี้แสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ในปุ๋ยทั้ง 5 เกรดซึ่งเป็นปุ๋ยเชิงผสม

ปุ๋ยเกรด	ปริมาณฟอสเฟต (ร้อยละ)	ปริมาณฟอสเฟตคำนวณตามปริมาณการใช้		
		5%	10%	15%
24-8-16	8.2	0.38	0.73	1.04
14-14-14	13.8	0.71	1.37	2.12
17-17-17	16.5	0.82	1.64	2.85
14-14-21	14.3	0.73	1.41	2.13
16-16-16	15.8	0.78	1.48	2.25

การวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตในปุ๋ยเพื่อเป็นการยืนยันว่าปุ๋ยที่นำมาใช้ในการศึกษาทดลองมีปริมาณฟอสเฟตเป็นไปตามที่แจ้งไว้ จากตารางที่ 3.1 พบว่าปุ๋ยที่วิเคราะห์มีค่าอยู่ในช่วงความคลาดเคลื่อนที่อนุญาตให้มีได้ (มอก 75-2527)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตในกระถางที่ประกอบด้วยหญ้าแฝก ดินและปุ๋ยสูตรและเกรดต่าง ๆ กัน และรดน้ำในระยะเวลาต่าง ๆ กัน เปรียบเทียบกับกระถางที่เป็น control ที่ไม่ได้รดน้ำ มีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์จากกระถางโดยใช้ปุ๋ยสูตร 5% เกรด 24-8-16 (ในการวิเคราะห์แต่ละครั้งใช้ตัวอย่าง 1 หรือ 2 กระถางแล้วหาค่าเฉลี่ยของ P_2O_5)

กระถางที่	ปริมาณฟอสเฟตจากกระถางที่ผสมปุ๋ยเกรด 24-8-16 สูตร 5%(ร้อยละ)				
	ระยะเวลาในการรดน้ำ (เดือน)				
	0	1	2	3	4
1	0.64	0.45	0.34	0.55	0.73
2	*	0.30	0.38	0.30	0.48
ค่าเฉลี่ย	0.64	0.38	0.36	0.42	0.60

* หมายถึงไม่ได้วิเคราะห์ เนื่องจากตัวอย่างไม่พอ

ตารางที่ 3.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์จากกระถางโดยใช้ปุ๋ยสูตร 10% เกรด 24-8-16 (ในการวิเคราะห์แต่ละครั้งใช้ตัวอย่าง 2 กระถางแล้วหาค่าเฉลี่ยของ P_2O_5)

กระถางที่	ปริมาณฟอสเฟตจากกระถางที่ผสมปุ๋ยเกรด 24-8-16 สูตร 10%(ร้อยละ)				
	ระยะเวลาในการรดน้ำ (เดือน)				
	0	1	2	3	4
1	0.70	0.60	0.57	0.66	0.58
2	1.38	0.74	0.77	0.55	0.71
ค่าเฉลี่ย	1.04	0.67	0.67	0.60	0.65

ตารางที่ 3.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์จากกระถางโดยใช้ปุ๋ยสูตร 15% เกรด 24-8-16 (ในการวิเคราะห์แต่ละครั้งใช้ตัวอย่าง 2 กระถางแล้วหาค่าเฉลี่ยของ P_2O_5)

กระถางที่	ปริมาณฟอสเฟตจากกระถางที่ผสมปุ๋ยเกรด 24-8-16 สูตร 15%(ร้อยละ)				
	ระยะเวลาในการรดน้ำ (เดือน)				
	0	1	2	3	4
1	0.92	1.10	0.92	1.01	1.08
2	0.86	0.87	1.13	0.85	1.07
ค่าเฉลี่ย	0.89	0.99	1.03	0.93	1.07

ตารางที่ 3.5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์จากกระถางโดยใช้ปุ๋ยสูตร 5% เกรด 14-14-14 (ในการวิเคราะห์แต่ละครั้งใช้ตัวอย่าง 3 กระถางแล้วหาค่าเฉลี่ยของ P_2O_5)

กระถางที่	ปริมาณฟอสเฟตจากกระถางที่ผสมปุ๋ยเกรด 14-14-14 สูตร 5%(ร้อยละ)				
	ระยะเวลาในการรดน้ำ (เดือน)				
	0	1	2	3	4
1	1.10	0.17	0.53	0.59	0.72
2	1.32	0.26	1.10	1.08	0.97
3	0.91	0.24	0.99	0.43	0.70
ค่าเฉลี่ย	1.11	0.23	0.87	0.70	0.79

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ตารางที่ 3.6 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์จากกระถางโดยใช้ปุ๋ยสูตร 10% เกรด 14-14-14 (ในการวิเคราะห์แต่ละครั้งใช้ตัวอย่าง 3 กระถางแล้วหาค่าเฉลี่ยของ P_2O_5)

กระถางที่	ปริมาณฟอสเฟตจากกระถางที่ผสมปุ๋ยเกรด 14-14-14 สูตร 10%(ร้อยละ)				
	ระยะเวลาในการรดน้ำ (เดือน)				
	0	1	2	3	4
1	1.70	1.52	1.54	1.66	1.67
2	1.76	1.67	1.55	1.37	1.46
3	1.62	1.62	1.74	1.58	1.54
ค่าเฉลี่ย	1.69	1.60	1.61	1.54	1.56

ตารางที่ 3.7 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์จากกระถางโดยใช้ปุ๋ยสูตร 15% เกรด 14-14-14 (ในการวิเคราะห์แต่ละครั้งใช้ตัวอย่าง 3 กระถางแล้วหาค่าเฉลี่ยของ P_2O_5)

กระถางที่	ปริมาณฟอสเฟตจากกระถางที่ผสมปุ๋ยเกรด 14-14-14 สูตร 15%(ร้อยละ)				
	ระยะเวลาในการรดน้ำ (เดือน)				
	0	1	2	3	4
1	2.72	2.18	2.65	2.55	2.42
2	2.43	2.71	2.17	2.68	2.46
3	2.36	2.67	2.78	2.64	2.49
ค่าเฉลี่ย	2.51	2.52	2.53	2.62	2.46

ตารางที่ 3.8 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์จากกระถางโดยใช้ปุ๋ยสูตร 5% เกรด 14-14-21 (ในการวิเคราะห์แต่ละครั้งใช้ตัวอย่าง 3 กระถางแล้วหาค่าเฉลี่ยของ P_2O_5)

กระถางที่	ปริมาณฟอสเฟตจากกระถางที่ผสมปุ๋ยเกรด 14-14-21 สูตร 5%(ร้อยละ)				
	ระยะเวลาในการรดน้ำ (เดือน)				
	0	1	2	3	4
1	0.57	0.69	0.59	0.61	0.58
2	0.61	0.61	0.54	0.58	0.52
3	0.62	0.56	0.62	0.60	0.59
ค่าเฉลี่ย	0.60	0.62	0.58	0.60	0.56

ตารางที่ 3.9 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์จากกระถางโดยใช้ปุ๋ยสูตร 10% เกรด 14-14-21 (ในการวิเคราะห์แต่ละครั้งใช้ตัวอย่าง 3 กระถางแล้วหาค่าเฉลี่ยของ P_2O_5)

กระถางที่	ปริมาณฟอสเฟตจากกระถางที่ผสมปุ๋ยเกรด 14-14-21 สูตร 10%(ร้อยละ)				
	ระยะเวลาในการรดน้ำ (เดือน)				
	0	1	2	3	4
1	1.44	1.12	1.24	1.24	1.21
2	1.16	1.26	1.09	1.25	1.29
3	1.29	1.15	1.22	1.29	1.29
ค่าเฉลี่ย	1.29	1.18	1.18	1.26	1.26

ตารางที่ 3.10 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์จากกระถางโดยใช้ปุ๋ยสูตร 15% เกรด 14-14-21 (ในการวิเคราะห์แต่ละครั้งใช้ตัวอย่าง 3 กระถางแล้วหาค่าเฉลี่ยของ P_2O_5)

กระถางที่	ปริมาณฟอสเฟตจากกระถางที่ผสมปุ๋ยเกรด 14-14-21 สูตร 15%(ร้อยละ)				
	ระยะเวลาในการรดน้ำ (เดือน)				
	0	1	2	3	4
1	1.98	2.12	2.01	2.07	2.16
2	1.93	1.95	2.13	1.99	2.19
3	1.98	2.04	2.03	2.03	1.99
ค่าเฉลี่ย	1.97	2.04	2.06	2.03	2.11

ตารางที่ 3.11 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์จากกระถางโดยใช้ปุ๋ยสูตร 5% เกรด 16-16-16 (ในการวิเคราะห์แต่ละครั้งใช้ตัวอย่าง 3 กระถางแล้วหาค่าเฉลี่ยของ P_2O_5)

กระถางที่	ปริมาณฟอสเฟตจากกระถางที่ผสมปุ๋ยเกรด 16-16-16 สูตร 5%(ร้อยละ)				
	ระยะเวลาในการรดน้ำ (เดือน)				
	0	1	2	3	4
1	0.68	0.66	0.67	0.70	0.65
2	0.72	0.66	0.66	0.68	0.68
3	0.67	0.72	0.67	0.66	0.69
ค่าเฉลี่ย	0.69	0.68	0.67	0.68	0.67

ตารางที่ 3.12 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์จากกระถางโดยใช้ปุ๋ยสูตร 10% เกรด 16-16-16 (ในการวิเคราะห์แต่ละครั้งใช้ตัวอย่าง 3 กระถางแล้วหาค่าเฉลี่ยของ P_2O_5)

กระถางที่	ปริมาณฟอสเฟตจากกระถางที่ผสมปุ๋ยเกรด 16-16-16 สูตร 10%(ร้อยละ)				
	ระยะเวลาในการรดน้ำ (เดือน)				
	0	1	2	3	4
1	1.39	1.43	1.35	1.38	1.45
2	1.41	1.45	1.43	1.34	1.45
3	1.35	1.41	1.45	1.38	1.39
ค่าเฉลี่ย	1.39	1.43	1.41	1.37	1.43

ตารางที่ 3.13 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์จากกระถางโดยใช้ปุ๋ยสูตร 15% เกรด 16-16-16 (ในการวิเคราะห์แต่ละครั้งใช้ตัวอย่าง 3 กระถางแล้วหาค่าเฉลี่ยของ P_2O_5)

กระถางที่	ปริมาณฟอสเฟตจากกระถางที่ผสมปุ๋ยเกรด 16-16-16 สูตร 15%(ร้อยละ)				
	ระยะเวลาในการรดน้ำ (เดือน)				
	0	1	2	3	4
1	2.12	2.22	2.25	2.29	2.14
2	2.13	2.21	2.22	2.20	2.12
3	2.12	2.15	2.14	2.16	2.20
ค่าเฉลี่ย	2.12	2.19	2.20	2.22	2.15

ตารางที่ 3.14 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์จากกระถางโดยใช้ปุ๋ยสูตร 5% เกรด 17-17-17 (ในการวิเคราะห์แต่ละครั้งใช้ตัวอย่าง 3 กระถางแล้วหาค่าเฉลี่ยของ P_2O_5)

กระถางที่	ปริมาณฟอสเฟตจากกระถางที่ผสมปุ๋ยเกรด 17-17-17 สูตร 5%(ร้อยละ)				
	ระยะเวลาในการรดน้ำ (เดือน)				
	0	1	2	3	4
1	0.83	0.83	0.89	0.75	0.72
2	1.19	0.73	0.79	0.99	0.79
3	0.89	0.76	0.79	0.77	0.83
ค่าเฉลี่ย	0.97	0.78	0.82	0.84	0.78

ตารางที่ 3.15 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์จากกระถางโดยใช้ปุ๋ยสูตร 10% เกรด 17-17-17 (ในการวิเคราะห์แต่ละครั้งใช้ตัวอย่าง 3 กระถางแล้วหาค่าเฉลี่ยของ P_2O_5)

กระถางที่	ปริมาณฟอสเฟตจากกระถางที่ผสมปุ๋ยเกรด 17-17-17 สูตร 10%(ร้อยละ)				
	ระยะเวลาในการรดน้ำ (เดือน)				
	0	1	2	3	4
1	1.60	1.58	1.65	1.60	2.68
2	1.65	1.60	1.54	1.59	1.49
3	1.50	1.32	1.44	1.58	1.53
ค่าเฉลี่ย	1.58	1.50	1.54	1.59	1.90

ตารางที่ 3.16 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์จากกระถางโดยใช้ปุ๋ยสูตร 15% เกรด 17-17-17 (ในการวิเคราะห์แต่ละครั้งใช้ตัวอย่าง 3 กระถางแล้วหาค่าเฉลี่ยของ P_2O_5)

กระถางที่	ปริมาณฟอสเฟตจากกระถางที่ผสมปุ๋ยเกรด 17-17-17 สูตร 15%(ร้อยละ)				
	ระยะเวลาในการรดน้ำ (เดือน)				
	0	1	2	3	4
1	2.78	2.82	2.87	2.72	3.11
2	3.26	2.81	2.47	2.79	1.51
3	2.88	2.90	*	2.66	2.62
ค่าเฉลี่ย	2.97	2.84	2.67	2.72	2.41

* หมายถึงไม่ได้วิเคราะห์เนื่องจากตัวอย่างไม่พอ

4 - วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสเฟตในกระถางหญ้าแฝกประกอบด้วยปุ๋ยเกรด 24-8-16 ซึ่งเป็นปุ๋ย slow release พบว่าปริมาณธาตุอาหารฟอสเฟตที่หลงเหลืออยู่หลังจากการรดน้ำที่เวลาต่าง ๆ กัน ไม่คงที่ เมื่อพิจารณาจากข้อมูลดิบในตารางที่ 3.2 3.3 และ 3.4 ของผลการวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่าค่าที่ได้ของทั้ง 2 กระถางในเดือนเดียวกันมีค่าแตกต่างกันมากในบางเดือน ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากในขั้นตอนการผสมปุ๋ยสูตรต่าง ๆ เข้ากับดินและหญ้าแฝกไม่ดีพอ อย่างไรก็ตามเพื่อที่จะได้ข้อมูลเพียงพอจึงได้เพิ่มจำนวนกระถางมาอีก 1 กระถางในปุ๋ยเกรดต่อไปคือเกรด 14-14-14 พบว่าในปุ๋ยสูตร 5% (ตารางที่ 3.5 ของผลการวิเคราะห์) ปริมาณฟอสเฟตที่หลงเหลือเมื่อรดน้ำแต่ละเดือนยังไม่ได้แสดงถึงการลดลงหรือเท่าเดิมอย่างสม่ำเสมอ แต่ในปุ๋ยสูตร 10% และ 15% (ตารางที่ 3.6 และ 3.7 ของผลการวิเคราะห์) ปริมาณฟอสเฟตที่หลงเหลือในแต่ละเดือนเมื่อรดน้ำจะค่อนข้างคงที่ และค่าที่ได้ก็มีลักษณะเดียวกันทั้ง 3 กระถาง ซึ่งปัญหาผลการวิเคราะห์ที่ไม่สม่ำเสมอนี้ก็ได้นำมาปรับปรุงในการผสมตัวอย่างในการวิเคราะห์กระถางที่ใช้ปุ๋ยสูตรและเกรดต่อ ๆ ไป

ผลการวิเคราะห์สำหรับปุ๋ยเกรด 14-14-21 เกรด 16-16-16 และเกรด 17-17-17 ซึ่งได้ปรับปรุงการผสมตัวอย่างโดยใช้เครื่องบดตัวอย่าง Rotor-Speed Mill "Pulverisette14" (เดิมใช้เครื่องบด Laboratory blender) เพื่อให้ตัวอย่างผสมเป็นเนื้อเดียวกัน พบว่าปริมาณฟอสเฟตที่เหลืออยู่ในแต่ละเดือนเมื่อรดน้ำที่เวลาต่าง ๆ กันจนถึง 4 เดือนมีค่าค่อนข้างคงที่ และเมื่อพิจารณาจากข้อมูลดิบของ 3 กระถาง จากตารางที่ 3.8 - 3.16 ของผลการวิเคราะห์ก็จะพบว่าปริมาณฟอสเฟตที่วิเคราะห์ได้ของทั้ง 3 กระถางในปุ๋ยแต่ละสูตรแต่ละเกรดมีค่าใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามค่าของผลต่างระหว่างปริมาณฟอตเฟตเดือนที่ 0 เละเดือนที่ 4 ของปุ๋ยบางสูตรมีปริมาณฟอสเฟตเดือนที่ 4 มากกว่าเดือนที่ 0 ตามตารางที่ 1 3 4 และ 5 ในภาคผนวก ทั้งนี้สาเหตุน่าจะมาจากการผสมตัวอย่างได้ไม่สม่ำเสมอในบางชุดตัวอย่าง

เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่ละลายน้ำได้ยาก ถ้าฟอสฟอรัสไม่ถูกพืชดูดไปใช้ ร้อยละ 70-90 จะติดอยู่ในดิน (เอกสารอ้างอิง 10) การทดลองครั้งนี้ไม่ได้มีการทดลองการปลูกกล้าไม้ลงไปด้วยจึงไม่มีกล้าไม้ที่จะดูดฟอสฟอรัสไปใช้ จึงพบฟอสฟอรัสเหลืออยู่ปริมาณมาก

ส่วนผลการวิเคราะห์ระหว่างปุ๋ย slow release กับปุ๋ยเคมีธรรมดาพบว่าเป็นไปในลักษณะเดียวกันคือปริมาณฟอสเฟตไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อรดน้ำในระยะเวลาต่าง ๆ กัน

5 - สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาทดลองหาปริมาณฟอสเฟตในกระถางหญ้าแฝกที่ใส่ปุ๋ยสูตรและเกรดต่าง ๆ และมีการรดน้ำในระยะเวลาต่าง ๆ กันจนถึง 4 เดือน พบว่าส่วนใหญ่แล้วค่าปริมาณฟอสเฟตเมื่อรดน้ำในระยะเวลาต่าง ๆ กันไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง เนื่องจากฟอสเฟตละลายได้ยากในน้ำ และการทดลองครั้งนี้ไม่ได้ปลูกกล้าไม้ลงไปด้วยจึงไม่มีปริมาณฟอสเฟตที่จะถูกดูดไปโดยกล้าไม้ ฟอสเฟตจึงยึดติดอยู่กับดินเป็นส่วนใหญ่ กระถางหญ้าแฝกที่มีส่วนผสมของปุ๋ยนี้เมื่อพิจารณาเฉพาะธาตุฟอสฟอรัสก็อาจกล่าวได้ว่าน่าจะมีธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่พืชจะนำไปใช้ได้เมื่อปลูกกล้าไม้ อย่างไรก็ตามควรมีการทดลองต่อไปโดยการปลูกกล้าไม้ด้วยเพื่อที่จะได้ข้อสรุปที่แน่นอนขึ้น จะได้นำกระถางหญ้าแฝกนี้ไปใช้ทดแทนถุงพลาสติกในการปลูกกล้าไม้เพื่อลดปัญหามลภาวะต่อไป

6 - กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณคุณส่องแสง เลี่ยวชวลิต ผู้อำนวยการกอง กองเคมี และ ดร. รวิวรรณ วงษ์สมุทร์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ และขอขอบคุณ คุณวนิดา ชุลิกาวิทย์ คุณกิตติพร เหล่าแสงธรรม และทุกท่านในกองเคมีที่มีส่วนร่วมในการช่วยให้งานนี้สำเร็จสมบูรณ์ด้วยดี

7 - เอกสารอ้างอิง

1. การประชุมวิชาการเคมี (Chemical Conference'90), 6-8 ธันวาคม 2533. สมาคมเคมีและสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. บริษัทวาเลนซ์ จำกัด กรุงเทพฯ.
2. จเร สดากร. แฝก, แฝกหอม. ข่าวพฤกษศาสตร์และวัชพืช, มกราคม - มีนาคม 2535, ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 หน้า 5-6
3. แบบเรียนการศึกษาผู้ใหญ่แบบเบ็ดเสร็จ ระดับที่ 3-4 วิชาวิทยาศาสตร์ 4 (ว4) ฉบับทดลอง. กรมการศึกษานอกโรงเรียน กระทรวงศึกษาธิการ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : องค์การค้าของคุรุสภา, 2529. หน้า 31-38
4. เผดิม ฐิตะฐาน. ความรู้เรื่องปุ๋ยเกี่ยวกับหน้าที่ต่าง ๆ ของธาตุอาหารพืช. กองการกสิกรรมเคมี. กรมกสิกรรม
5. พระราชบัญญัติปุ๋ย 2518. ราชกิจจานุเบกษา ฉบับพิเศษ, เล่ม 92, ตอนที่ 5, 9 มกราคม 2518
6. โลกเกษตร หญ้าแฝกหอมพืชพระราชทาน. นิกส์, พฤษภาคม 2535, ปีที่ 4, ฉบับที่ 37, หน้า 73-74.
7. สมชัย อนุสรธีรพรเพิ่ม. หญ้าแฝกพืชเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ. เทคโนโลยีชาวบ้าน, กรกฎาคม 2538, ปีที่ 7, ฉบับที่ 122, หน้า 9-10
8. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : ปุ๋ย มอก. 75 - 2527, 2533
9. Fertilizers. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 11th ed. Washington DC: The Association of Official Analytical Chemists, 1970. P 8-33.
10. Jones, S. U. Fertilizers and Soil Fertility. 2nd ed. Reston Publishing Company, Reston, Virginia P 1982. P 115
11. Vetiver grass for environment protection and other usages. Thailand's experiences. Vetiver : A miracle glass : Thailand 1996. Office of the Royal Development Projects Board. 21 Century Company Bangkok 1995.

8 - ภาคผนวก

8.1 ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์จากกระถางทั้ง 3 สูตรโดยใช้ปุ๋ย slow release เกรด 24-8-16

8.2 ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์จากกระถางทั้ง 3 สูตรโดยใช้ปุ๋ย slow release เกรด 14-14-14

8.3 ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์จากกระถางทั้ง 3 สูตรโดยใช้ปุ๋ย เกรด 14-14-21

8.4 ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์จากกระถางทั้ง 3 สูตรโดยใช้ปุ๋ย เกรด 16-16-16

8.5 ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์จากกระถางทั้ง 3 สูตรโดยใช้ปุ๋ย slow release เกรด 17-17-17

8.6 แผนภูมิการผลิตกระถางหญ้าแฝก

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์จากกระถางทั้ง 3 สูตรโดยใช้ปุ๋ย slow release เกรด 24-8-16

ปุ๋ยสูตร	ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ (ร้อยละ) ในกระถางที่รดน้ำในระยะเวลา (เดือน)					
	0	1	2	3	4	ผลต่างระหว่างเดือนที่ 0 กับเดือนที่ 4
5%	0.64	0.38	0.36	0.42	0.60	0.04
10%	1.04	0.67	0.67	0.60	0.65	0.39
15%	0.89	0.99	1.03	0.93	1.07	-0.18

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์จากกระถางทั้ง 3 สูตรโดยใช้ปุ๋ย slow release เกรด 14-14-14

ปุ๋ยสูตร	ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ (ร้อยละ) ในกระถางที่รดน้ำในระยะเวลา (เดือน)					
	0	1	2	3	4	ผลต่างระหว่างเดือนที่ 0 กับเดือนที่ 4
5%	1.11	0.23	0.87	0.70	0.79	0.32
10%	1.69	1.60	1.61	1.54	1.56	0.13
15%	2.51	2.52	2.53	2.62	2.46	0.05

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์จากกระถางทั้ง 3 สูตรโดยใช้ปุ๋ย เกรด 14-14-21

ปุ๋ยสูตร	ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ (ร้อยละ) ในกระถางที่รดน้ำในระยะเวลา (เดือน)					
	0	1	2	3	4	ผลต่างระหว่างเดือนที่ 0 กับเดือนที่ 4
5%	0.60	0.62	0.58	0.60	0.56	0.04
10%	1.29	1.18	1.18	1.26	1.26	0.03
15%	1.97	2.04	2.06	2.03	2.11	-0.14

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์จากกระถางทั้ง 3 สูตรโดยใช้ปุ๋ยเกรด 16-16-16

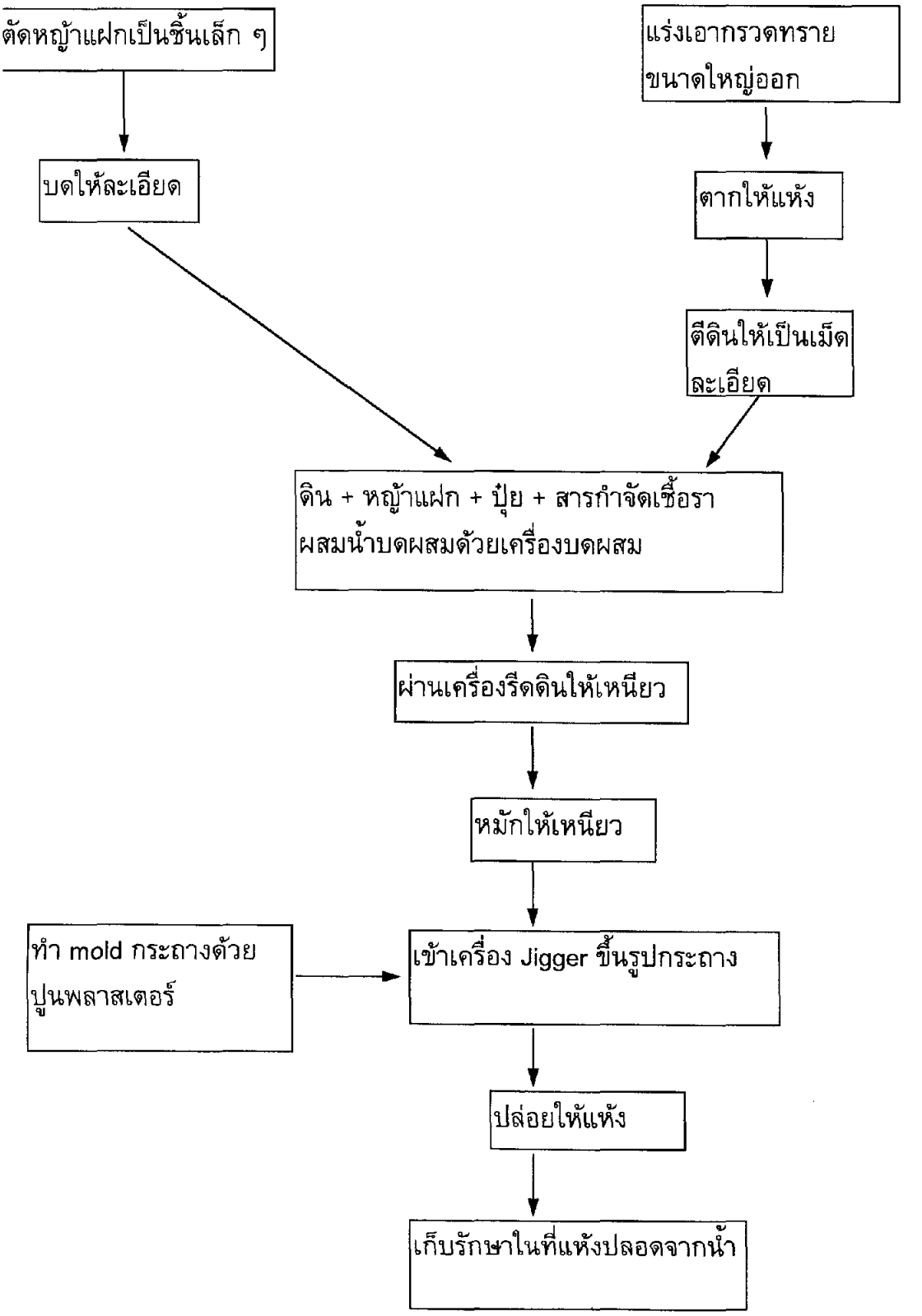
ปุ๋ยสูตร	ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ (ร้อยละ) ในกระถางที่รดน้ำในระยะเวลา (เดือน)					
	0	1	2	3	4	ผลต่างระหว่างเดือนที่ 0 กับเดือนที่ 4
5%	0.69	0.68	0.67	0.68	0.67	0.02
10%	1.39	1.43	1.41	1.37	1.43	-0.04
15%	2.12	2.19	2.20	2.22	2.15	-0.03

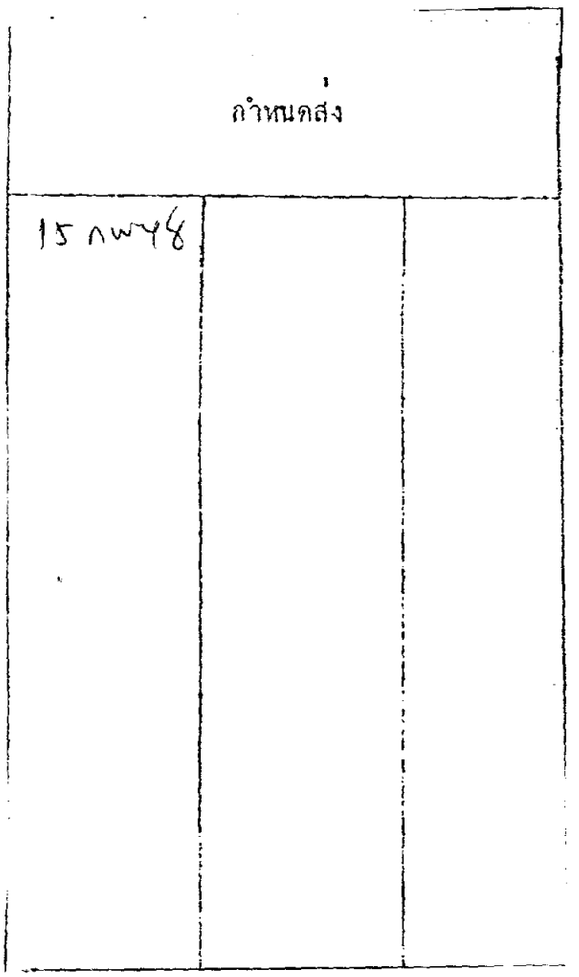
ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์จากกระถางทั้ง 3 สูตรโดยใช้ปุ๋ย slow release เกรด 17-17-17

ปุ๋ยสูตร	ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ (ร้อยละ) ในกระถางที่รดน้ำในระยะเวลา (เดือน)					
	0	1	2	3	4	ผลต่างระหว่างเดือนที่ 0 กับเดือนที่ 4
5%	0.97	0.78	0.82	0.84	0.78	0.19
10%	1.58	1.50	1.54	1.59	1.90	-0.32
15%	2.97	2.84	2.67	2.72	2.41	0.56

8.6 แผนภูมิการผลิตกระถางหญ้าแฝก

ที่มา: รายงานความก้าวหน้าของการวิจัย " โครงการศึกษาวิจัยการผลิตกระถางหญ้าแฝกเพื่อปลูกป่า ณ ดอยตุง จังหวัดเชียงราย เพื่อเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฉลองสิริราชสมบัติครบรอบ 50 ปี "




กำหนดส่ง
15 ก.พ. 48