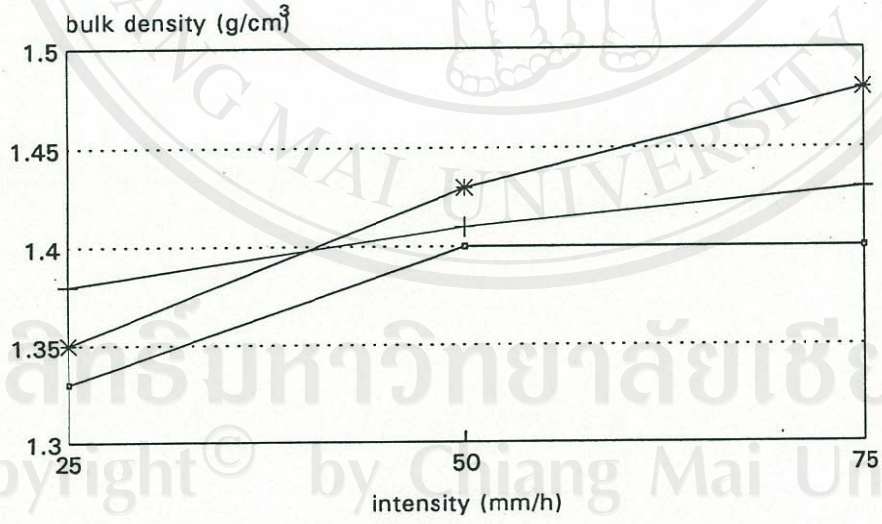
ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลกระทบของความเข้มน้ำต่อความหนาแน่นของแผ่นคราบแข็งผิวดิน

หลังจากให้น้ำพ่นฝอยโดยสปริงเกอร์จำนวน 3 ระดับความเข้มในช่วงความเข้มละ 30 นาทีและปล่อยดินไว้ 2 วัน พบว่าชุดดินหน่วยสัมพันธ์โคราช/สันป่าตองและชุดดินเรณูมีความหนาแน่นของแผ่นคราบแข็ง 1.42 และ 1.41 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร ซึ่งสูงกว่าชุดดินสันทราย ซึ่งมีความหนาแน่นของแผ่นคราบแข็งเพียง 1.38 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) สำหรับผลกระทบของระดับความเข้มน้ำต่อความหนาแน่นของแผ่นคราบแข็งนั้น พบว่าการให้น้ำที่ต่างระดับความเข้ม ทำให้ทั้ง 3 ชุดดินมีความหนาแน่นของแผ่นคราบแข็งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กล่าวคือที่ระดับความเข้มน้ำ 75, 50 และ 25 มิลลิเมตร/ชั่วโมง จะทำให้ดินมีความหนาแน่นเป็น 1.44, 1.41 และ 1.36 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร ตามลำดับ และอิทธิพลต่อกันระหว่าง 3 ปัจจัยการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 7 และตารางผนวกที่ 5.1)

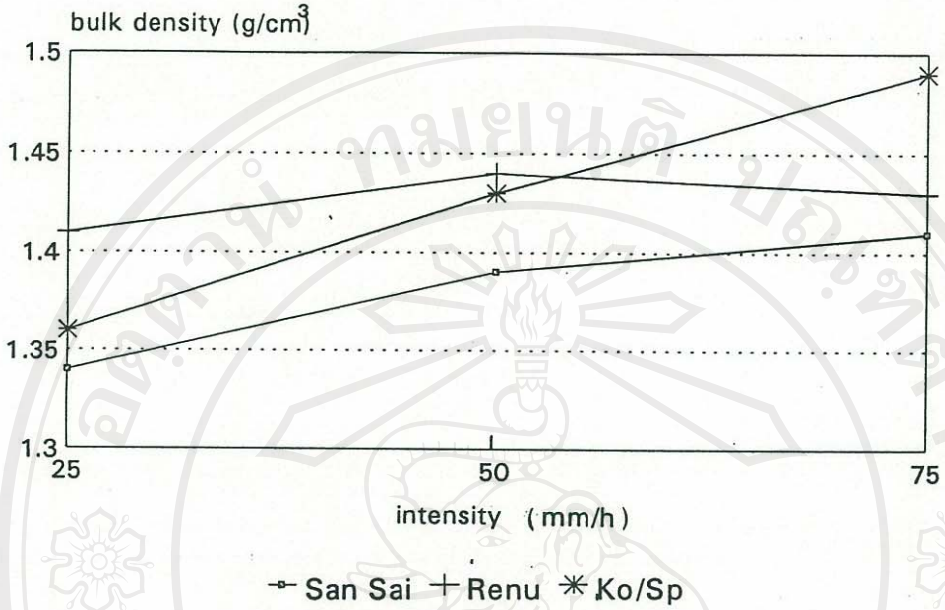


ภาพที่ 7 ความหนาแน่นของแผ่นคราบแข็งผิวดินของชุดดินต่าง ๆ ภายหลังจากให้น้ำ 2 วัน ที่ระดับความเข้มน้ำต่างกันเป็นเวลา 30 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อครบ 8 วัน ทำการวิเคราะห์อีกครั้งพบว่า ความหนาแน่นของแผ่นคราบแข็งของทั้ง 3 ชุดดินยังมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เหมือนวันที่ 2 โดยชุดดินหน่วยสัมพันธ์โคราช/สันป่าตองและชุดดินเรณูมีความหนาแน่นของแผ่นคราบแข็ง 1.43 และ 1.42 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร ซึ่งสูงกว่าชุดดินสันทรายมีความหนาแน่น 1.38 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร ส่วนอิทธิพลของระดับความเข้มน้ำพบว่าการให้น้ำที่ระดับความเข้ม 75 และ 50 มิลลิเมตร/ชั่วโมง ดินมีความหนาแน่นของแผ่นคราบแข็งสูงกว่าระดับความเข้มน้ำ 25 มิลลิเมตร/ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยระดับความเข้มน้ำ 75 และ 50 มิลลิเมตร/ชั่วโมง ดินมีความหนาแน่นของแผ่นคราบแข็ง 1.44 และ 1.42 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร ส่วนระดับความเข้ม 25 มิลลิเมตร/ชั่วโมง ดินมีความหนาแน่น 1.37 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร และมีอิทธิพลร่วมระหว่างดินและระดับความเข้มน้ำเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย โดยพบว่าชุดดินเรณูการให้น้ำในระดับความเข้ม 25 มิลลิเมตร/ชั่วโมง จะมีความหนาแน่นของแผ่นคราบแข็ง 1.41 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร ซึ่งต่ำกว่าการให้น้ำในระดับความเข้ม 50 และ 75 มิลลิเมตร/ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ซึ่งจะมีความหนาแน่นของแผ่นคราบแข็งประมาณ 1.44 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร ส่วนชุดดินสันทรายและชุดดินหน่วนสัมพันธ์หน่วยโคราช/สันป่าตอง ดินมีความหนาแน่นของแผ่นคราบแข็งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ทั้ง 3 ระดับความเข้มน้ำ โดยในชุดดินสันทรายที่ระดับความเข้มน้ำ 25, 50 และ 75 มิลลิเมตร/ชั่วโมง จะมีความหนาแน่นของแผ่นคราบแข็งเป็น 1.34, 1.39 และ 1.42 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร ในขณะที่ชุดดินหน่วยสัมพันธ์โคราช/สันป่าตอง ที่ระดับความเข้มน้ำ 25, 50 และ 75 มิลลิเมตร/ชั่วโมง จะทำให้มีความหนาแน่นของแผ่นคราบแข็งเป็น 1.36, 1.43 และ 1.49 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 8 และ ตารางผนวกที่ 5.1)

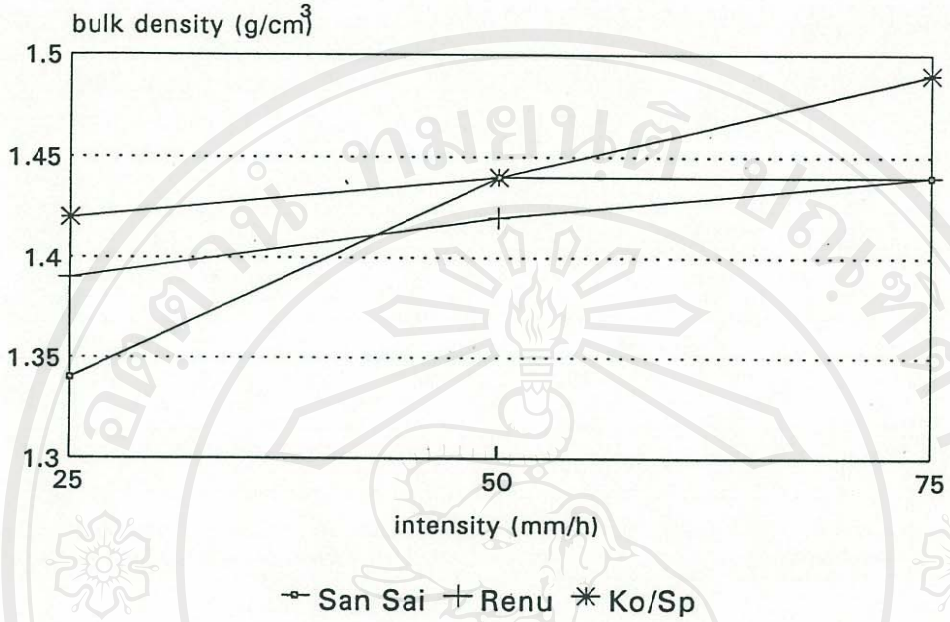
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 8 ความหนาแน่นของแผ่นคราบแข็งผิวดินของชุดดินต่าง ๆ ภายหลังจากให้น้ำ 8 วัน ที่ระดับความเข้มน้ำต่างกันเป็นเวลา 30 นาที

หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์อีกครั้งในวันที่ 14 พบว่า การให้น้ำทั้ง 3 ระดับความเข้มมีผลทำให้ความหนาแน่นของของแผ่นคราบแข็งของชุดดินหน่วยสัมพันธ์โคราช/สันป่าตองสูงกว่าชุดดินสันทรายอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ส่วนชุดดินเรณูมีค่าไม่แตกต่างจากทั้ง 2 ชุดดิน โดยชุดดินหน่วยสัมพันธ์โคราช/สันป่าตอง ดินมีความหนาแน่น 1.45 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร ชุดดินสันทรายดินมีความหนาแน่น 1.40 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร และชุดดินเรณูมีความหนาแน่น 1.42 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร ส่วนผลกระทบของระดับความเข้มน้ำพบว่าที่ระดับความเข้มน้ำ 75, 50 และ 25 มิลลิเมตร/ชั่วโมง จะทำให้ความหนาแน่นของแผ่นคราบแข็งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) คือมีความหนาแน่นเป็น 1.46, 1.43 และ 1.38 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 9 และตารางผนวกที่ 5.1)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 9 ความหนาแน่นของแผ่นคราบแข็งผิวดินของชุดดินต่าง ๆ ภายหลังจากให้น้ำ 14 วัน ที่ระดับความเข้มน้ำต่างกันเป็นเวลา 30 นาที

วิจารณ์ผล

การที่ชุดดินหน่วยสัมพันธ์โคราช/สันป่าตองและชุดดินเรณูมีความหนาแน่นของแผ่นคราบแข็งสูงกว่าชุดดินสันทราย เนื่องจากชุดดินทั้ง 2 มีเสถียรภาพของเม็ดดินที่ต่ำ จากการวิเคราะห์พบว่ามีค่าเพียง 18.51 และ 20.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ชุดดินสันทรายมีเสถียรภาพของเม็ดดินถึง 26.02 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 4) การมีเสถียรภาพของเม็ดดินที่ต่ำทำให้การเกาะตัวของอนุภาคปฐมภูมิเป็นเม็ดดินมีอย่างหลวม ๆ เมื่อถูกแรงปะทะจากภายนอก เช่น พลังงานจากเม็ดฝน เม็ดดินจะแตกตัวได้ง่ายและในชุดดินหน่วยสัมพันธ์โคราช/สันป่าตอง องค์ประกอบเนื้อดินก็มีปริมาณอนุภาคทรายถึง 80 เปอร์เซ็นต์และปริมาณอนุภาคดินเหนียวเพียง 10 เปอร์เซ็นต์ จะยิ่งแตกกระจายได้ง่ายขึ้นอีก นอกจากนี้ปริมาณอนุภาคดินเหนียวยังจับตัวเป็นแผ่นคราบแข็งที่แน่นอีกด้วย ส่วนชุดดินสันทรายถึงแม้ปริมาณอนุภาคดินเหนียวจะสูงถึง 15 เปอร์เซ็นต์ แต่การมีปริมาณอนุภาคทรายเพียง 55 เปอร์เซ็นต์และความเสถียรของเม็ดดินที่สูง เม็ดดินจึงแตกกระจายได้ยากกว่า ความหนาแน่นดินจึงไม่สูงเมื่อเทียบกับอีก 2 ชุดดิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับผลกระทบของความเข้มน้ำที่ทำให้ความหนาแน่นของแผ่นคราบแข็งต่างกัน เนื่องจากการมีพลังงานจลน์ที่ต่างกันของแต่ละระดับความเข้มน้ำ จากการคำนวน (ดังรายละเอียดภาคผนวกที่ 4) พบว่าที่ระดับความเข้มน้ำ 75, 50 และ 25 มิลลิเมตร/ชั่วโมง เมื่อให้น้ำนาน 30 นาที มีค่าพลังงานจลน์โดยประมาณเท่ากับ $2.1x10^3$, $1.33x10^3$ และ $0.60x10^3$ จูล/ตารางเมตร ตามลำดับ การที่น้ำมีพลังงานต่างกันทำให้แรงกระแทกเม็ดดิน การแตกกระจายของเม็ดดินและการแน่นของดินต่างกัน ดังนั้นความหนาแน่นของแผ่นคราบแข็งจึงต่างกันด้วย โดยการให้น้ำที่ระดับความเข้ม 75 มิลลิเมตร/ชั่วโมง ทำให้ดินมีความหนาแน่นของแผ่นคราบแข็งสูงที่สุดและเมื่อระดับความเข้มน้ำลดลงเป็น 50 และ 25 มิลลิเมตร/ชั่วโมง ทำให้ดินมีความหนาแน่นต่ำลง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Morrison et al. (1985) พบว่าระดับความเข้มน้ำที่สูงจะทำให้การเกิดแผ่นคราบแข็งผิวดินรุนแรงกว่าระดับความเข้มน้ำต่ำ ๆ ยกเว้นในดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูง ๆ ความผันแปรระหว่าง 2 ค่านี้จะไม่เด่นชัดมากนัก สำหรับอิทธิพลร่วมของดินกับความเข้มน้ำต่อความหนาแน่นของแผ่นคราบแข็งนั้น ในวันที่ 8 พบว่าชุดดินสันทรายและชุดดินหน่วยสัมพันธ์โคราช/สันป่าตองมีความหนาแน่นของแผ่นคราบแข็งเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความเข้มน้ำเพิ่ม แต่ชุดดินเรณูนั้นเมื่อให้น้ำที่ระดับความเข้มน้ำ 75 มิลลิเมตร/ชั่วโมง ไม่ทำให้ดินมีความหนาแน่นต่างจากที่ได้รับแรงกระแทกจากน้ำที่ระดับความเข้ม 50 มิลลิเมตร/ชั่วโมง ทั้งนี้เนื่องจากชุดดินเรณูมีปริมาณอนุภาคดินเหนียวต่ำ (2.5 เปอร์เซ็นต์) ถึงแม้ที่ระดับความเข้มน้ำ 75 มิลลิเมตร/ชั่วโมง จะมีพลังงานจลน์สูงกว่าระดับความเข้มน้ำ 50 มิลลิเมตร/ชั่วโมง และทำให้เม็ดดินแตกได้มากกว่าก็ตาม แต่การจับตัวเป็นแผ่นคราบแข็งและการแน่นของดินจะไม่แตกต่างกันมากนัก เพราะมีปริมาณอนุภาคดินเหนียวต่ำนั่นเอง ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับผลงานของ Sower(1979) ซึ่งพบว่าดินที่มีปริมาณอนุภาคดินเหนียวสูงจะเกิดแผ่นคราบแข็งรุนแรง เนื่องจากมีแรงยึดระหว่างอนุภาคเม็ดดิน (cohesion) สูง

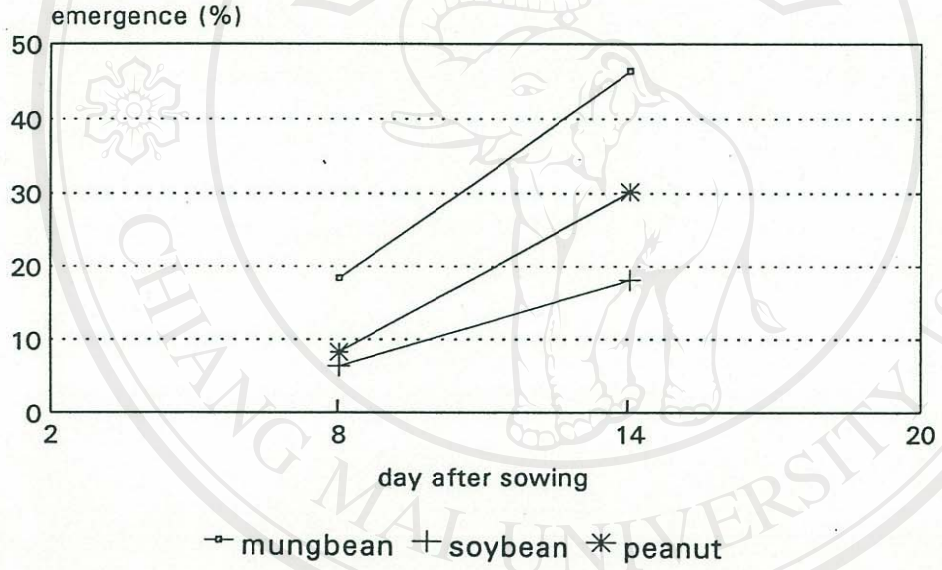
<u>ผลกระทบของระดับความเข้มน้ำ ความชื้นผิวดินและความหนาแน่นของแผ่นคราบแข็งต่อการงอกทะลุผิวดินของเมล็ดพืช</u>

เนื่องจากทำการทดลองในช่วงฤดูหนาว การงอกทะลุผิวดินจึงช้ากว่าปกติคือประมาณ 8 วัน หลังจากหยอดเมล็ด ดังนั้นการบันทึกข้อมูลการงอกจึงกระทำในวันที่ 8 และ 14 ก่อนปลูกพืชได้ทำการหาเปอร์เซ็นต์การงอก (germination) ของเมล็ดพืชแต่ละชนิด เพื่อขจัดปัญหาอันเกิดจากปัจจัยของเมล็ดที่จะมีผลต่อการงอกให้หมดไป ซึ่งพบว่าเมล็ดถั่วเขียวมีความงอก 98

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เปอร์เซ็นต์ เมล็ดถั่วเหลืองมีความงอกประมาณ 97 เปอร์เซ็นต์และเมล็ดถั่วลิสงมีความงอกประมาณ 98 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการงอกทะลุผิวดิน (emergence) ของเมล็ดพืชที่วัดได้จึงเป็นอิทธิพลของระดับความเข้มน้ำ ความชื้นผิวดินและความหนาแน่นของแผ่นคราบแข็งเท่านั้น ในขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิดินและความลึกในการปลูกมีค่าไม่ต่างกัน

พบว่าการงอกทะลุผิวดินของถั่วเขียวภายหลังจากหยอดเมล็ดได้ 8 วัน แตกต่างจากการงอกของถั่วลิสงและถั่วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ทั้ง 3 ชุดดิน โดยถั่วเขียว ถั่วลิสงและถั่วเหลืองงอกได้ 18.42, 8.27 และ 6.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนระดับความเข้มน้ำไม่มีผลทำให้การงอกแตกต่างกัน (ภาพที่ 10 และตารางผนวกที่ 5.2)

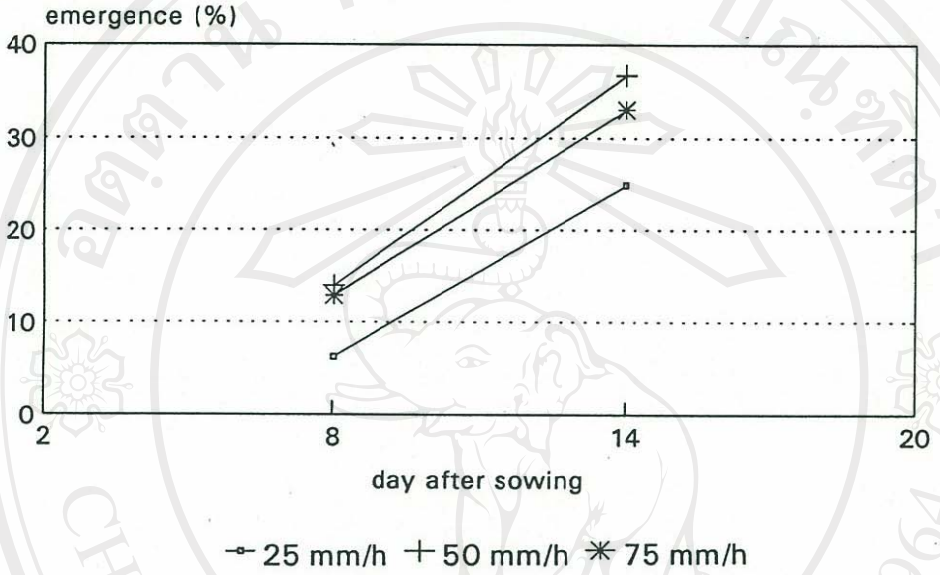


ภาพที่ 10 การงอกของถั่วเขียว ถั่วเหลืองและถั่วลิสงเมื่อได้รับน้ำอัตราต่าง ๆ เป็นเวลา 30 นาที

หลังจากปล่อยดินทิ้งไว้จนถึงวันที่ 14 หลังจากหยอดเมล็ด ทำการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การงอกทะลุผิวดินอีกครั้งหนึ่งพบว่าการงอกของพืชยังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยถั่วเขียวงอกทะลุผิวดิน 46.40 เปอร์เซ็นต์ ถั่วลิสงงอก 30.20 เปอร์เซ็นต์และถั่วเหลืองงอกต่ำสุด 18.13 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผลกระทบของระดับความเข้มน้ำพบว่าการให้น้ำที่ระดับความเข้ม 50 และ 75 มิลลิเมตร/ชั่วโมง ส่งผลให้พืชงอกทะลุผิวดินมากกว่าระดับความเข้มน้ำ 25 มิลลิเมตร/ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยระดับความเข้มน้ำ 50 และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

75 มิลลิเมตร/ชั่วโมง ทำให้เมล็ดพืชงอกทะลุผิวดิน 36.75 และ 33.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ระดับความเข้มน้ำ 25 มิลลิเมตร/ชั่วโมง งอกทะลุผิวดินเพียง 24.93 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 10, 11 และตารางผนวกที่ 5.2) และไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่าง 3 ปัจจัยการทดลอง



ภาพที่ 11 การงอกของพืชเมื่อได้รับน้ำอัตรา 25, 50 และ 75 มิลลิเมตร/ชั่วโมง เป็นเวลา 30 นาที

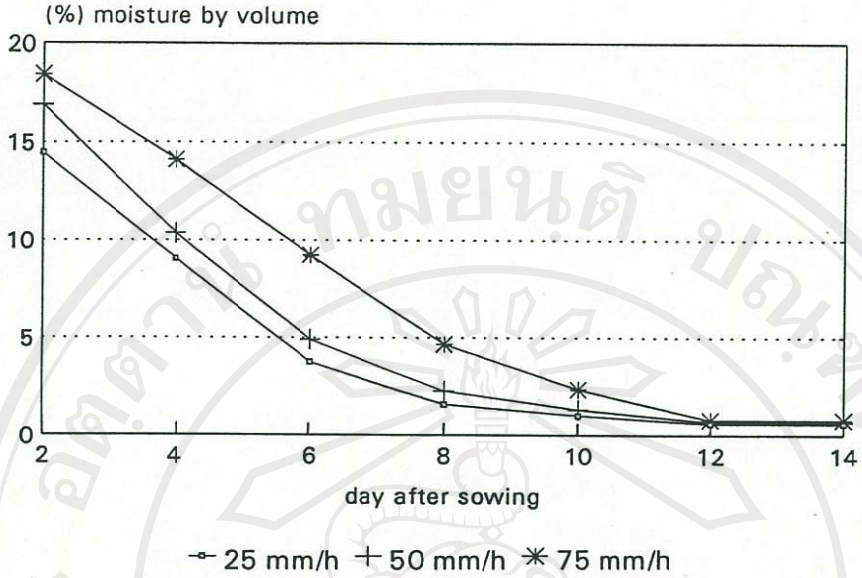
วิจารณ์ผล

การที่ถั่วเขียวงอกทะลุผิวดินมากกว่าถั่วลิสงและถั่วเหลือง เนื่องจากถั่วเขียวมีแรงงอกสูงกว่าถั่วทั้ง 2 ชนิดนั่นเอง จากการศึกษาของ Chaudhry and Das (1980) พบว่าแม้แรงต้านทานการแทงทะลุของผิวดินสูงถึง 3.33 กิโลกรัม/ตารางเซ็นติเมตร แต่ถั่วเขียวยังงอกได้ถึง 37.1 เปอร์เซ็นต์ ส่วนถั่วเหลืองจะงอกเพียง 14.9 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นและถั่วลิสงมีแรงงอกสูงกว่าถั่วเหลืองแต่ต่ำกว่าถั่วเขียว Taylor and Ratliff (1969) พบว่าเมื่อแรงต้านทานผิวดินสูงถึง 6.22 กิโลกรัม/ตารางเซ็นติเมตร ถั่วลิสงมีแรงงอกถึง 5.1 นิวตัน Goyal (1979) พบว่าเมื่อแรงต้านทานผิวดินสูงถึง 6.73 กิโลกรัม/ตารางเซ็นติเมตร ถั่วเหลืองมีแรงงอกเพียง 2.9, 3.5, 3.9 และ 3.7 นิวตัน เท่านั้น เมื่ออุณหภูมิขณะวัดเท่ากับ 15, 20 26 และ 30 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ดังนั้นจึงสอดคล้องกับผลการทดลองครั้งนี้ซึ่งพบว่า การงอกทะลุผิวดินของถั่วเขียวสูงกว่าถั่วลิสงและถั่วเหลือง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับผลกระทบของระดับความเข้มน้ำต่อการงอกทะลุผิวดินของเมล็ดในวันที่ 8 หลังจากหยอดเมล็ดนั้น พบว่าการงอกไม่แตกต่างกันทั้ง 3 ระดับความเข้มน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากการงอกทะลุผิวดินในช่วงนั้นยังไม่สมบูรณ์ทั้งหมดจึงไม่เห็นความแตกต่างเกิดขึ้น ส่วนวันที่ 14 หลังจากปลูกนั้น การที่ระดับความเข้มน้ำ 50 และ 75 มิลลิเมตร/ชั่วโมง ทำให้เมล็ดงอกทะลุผิวดินมากกว่าระดับความเข้มน้ำ 25 มิลลิเมตร/ชั่วโมง เนื่องจากมีปริมาณความชื้นผิวดินต่างกันเมื่อให้น้ำในระดับความเข้มต่างกันจึงทำให้การงอกต่างกันด้วย จากผลการวิเคราะห์พบว่าระดับความเข้มน้ำ 75 และ 50 มิลลิเมตร/ชั่วโมง ดินมีความชื้นผิวดินมากกว่าระดับความเข้ม 25 มิลลิเมตร/ชั่วโมง ตลอดช่วง 10 วันแรก (ภาพที่ 12) การที่ระดับความชื้นผิวดินสูงจะทำให้แรงต้านทานการแทงทะลุของแผ่นคราบแข็งลดลง ดังนั้นการงอกทะลุผิวดินจึงต่างกันซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Holder and Brown (1974) ที่พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างแรงต้านทานเชิงกลของดินกับความชื้นผิวดินมีความสัมพันธ์แบบตรงกันข้ามเมื่อดินมีความชื้นอยู่ในช่วง 2.8 - 20 เปอร์เซ็นต์ และดินจะมีแรงต้านการแทงทะลุสูงมากเมื่อมีความชื้นประมาณ 2.2 - 2.8 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ดินในการทดลองนี้พบว่าหลังจากให้น้ำ 10 - 14 วัน ที่ระดับความเข้มน้ำ 75 และ 50 มิลลิเมตร/ชั่วโมง ผิวดินมีความชื้นประมาณ 1 - 2.3 เปอร์เซ็นต์ ในขณะการให้น้ำที่ระดับความเข้ม 25 มิลลิเมตร/ชั่วโมง ผิวดินมีความชื้นเกือบศูนย์ ส่วนความหนาแน่นของแผ่นคราบแข็งนั้นพบว่าถึงแม้ระดับความเข้มน้ำ 75 และ 50 มิลลิเมตร/ชั่วโมง มีผลทำให้ดินมีความหนาแน่นสูงกว่าระดับความเข้มน้ำ 25 มิลลิเมตร/ชั่วโมงก็ตาม แต่ก็ยังไม่สูงมากพอที่จะจำกัดต่อการงอกของเมล็ดได้สมบูรณ์ ซึ่งแรงต้านทานผิวดินนั้นจะสัมพันธ์กับปริมาณความชื้นมากกว่าความหนาแน่นด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



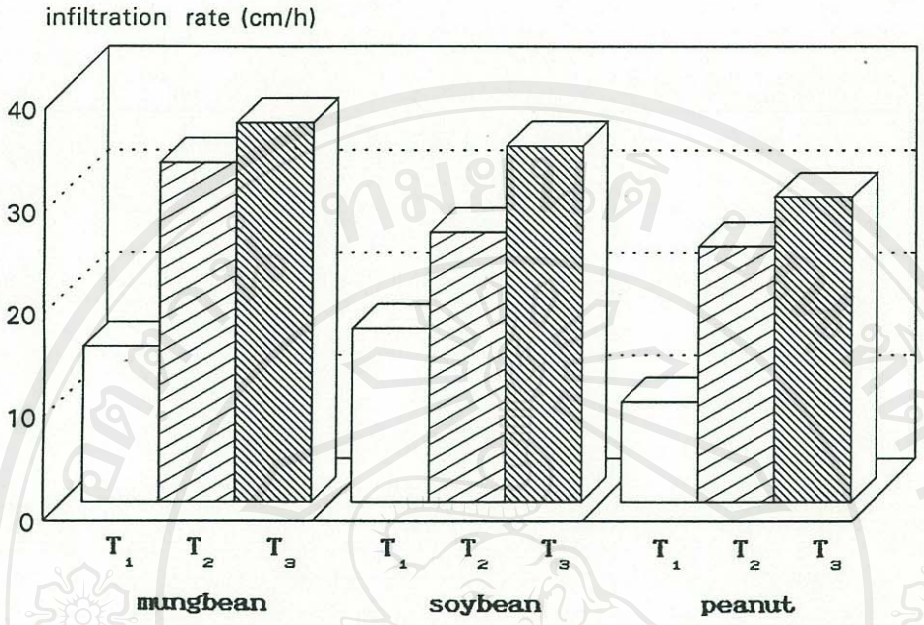
ภาพที่ 12 ปริมาณความชื้นผิวดินที่เวลาต่าง ๆ หลังหยอดเมล็ด เมื่อให้น้ำอัตรา 25, 50 และ 75 มิลลิเมตร/ชั่วโมง เป็นเวลา 30 นาที

ผลการทดสอบเครื่องทำลายแผ่นคราบแข็งในสนาม

1. อัตราการซึมน้ำผ่านผิวดิน

อัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินในแปลงที่มีการจัดการแผ่นคราบแข็งของผิวดินด้วยวิธีการต่าง ๆ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ทั้งในแปลงที่ปลูกถั่วเขียว ถั่วเหลืองและถั่วลิสง โดยแปลงที่ปลูกถั่วเขียวร่วมกับการทำลายแผ่นคราบแข็งของผิวดินด้วยเครื่องทำลายแผ่นคราบแข็งแบบลูกกลิ้งพันเลื่อย (วิธีที่ 3) มีค่าอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินสูงกว่าการไม่ทำลายแผ่นคราบแข็ง (วิธีที่ 1) ประมาณ 21.8 เปอร์เซ็นต์ และสูงกว่าการทำลายแผ่นคราบแข็งด้วยเครื่องทำลายแผ่นคราบแข็งแบบลูกกลิ้งซี่ตรง (วิธีที่ 2) ประมาณ 3.8 เปอร์เซ็นต์ สำหรับแปลงที่ปลูกถั่วเหลืองโดยใช้กรรมวิธีที่ 3 ให้ค่าอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินสูงกว่ากรรมวิธีที่ 1 และ 2 ประมาณ 17.8 และ 8.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแปลงที่ปลูกถั่วลิสงกรรมวิธีที่ 3 ให้ค่าอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินสูงกว่ากรรมวิธีที่ 1 และ 2 ประมาณ 20 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 13 และตารางผนวกที่ 5.3, 5.4 และ 5.5)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 13 อัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินของแปลงที่ปลูกถั่วเขียว ถั่วเหลืองและถั่วลิสง ที่จัดการด้วยกรรมวิธีทดลองที่ต่างกัน

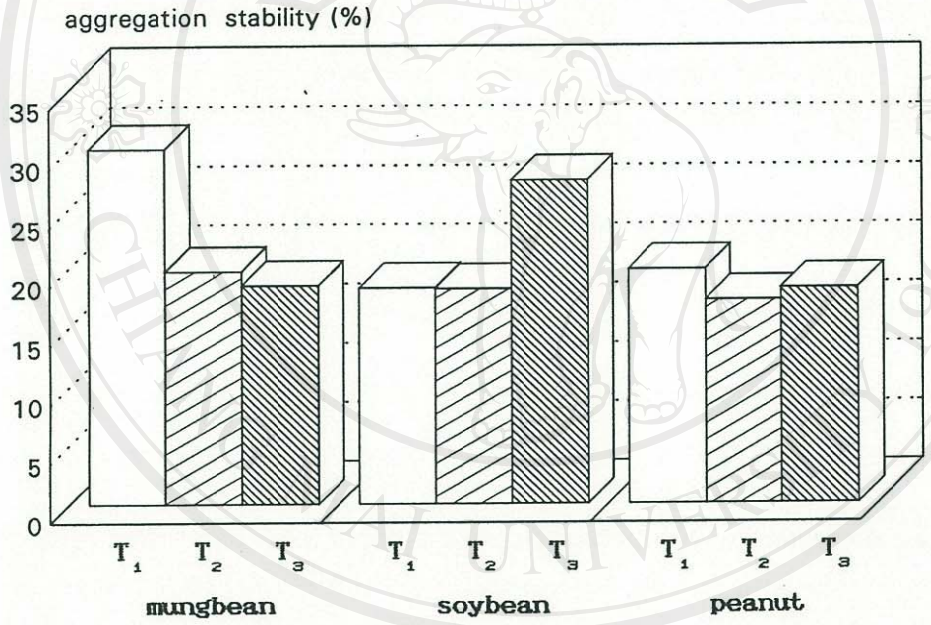
วิจารณ์ผล

การที่อัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินของกรรมวิธีที่ 2 และ 3 สูงกว่ากรรมวิธีที่ 1 เนื่องจากการใช้เครื่องมือไปทำลายแผ่นคราบแข็งของผิวดินนั้น จะทำให้เกิดการแตกของผิวหน้าดินส่งผลให้ดินไม่แน่นดังนั้นน้ำจึงซึมผ่านได้ดีกว่าแปลงที่ไม่มีการทำลายแผ่นคราบแข็งของดิน แต่เมื่อพิจารณากรรมวิธีที่ 3 กับ 2 แล้วจะพบว่าค่าอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินในวิธีที่ 3 มีแนวโน้มให้ค่าสูงกว่าวิธีที่ 2 ประมาณ 5.7 เปอร์เซ็นต์ ทั้ง 3 แปลงปลูกพืช ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเครื่องทำลายแผ่นคราบแข็งแบบลูกกลิ้งฟันเลื่อยนั้นทำให้เกิดการแตกของผิวดินได้ดีกว่าเครื่องทำลายแผ่นคราบแข็งแบบลูกกลิ้งซี่ตรง ซึ่งจะตรงกับที่ Kemper and Miller (1974) และ Heinonen (1965) ได้แนะนำว่าการไถตื้น ๆ จะทำลายแผ่นคราบแข็งได้ดีเพราะผิวดินไม่แน่นและน้ำซึมผ่านได้ดี จากค่าอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินนี้จะมีผลกระทบไปถึงปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้ในดิน การซึมน้ำลงในดินและการระเหยของน้ำด้วย เมื่ออัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินสูงขึ้นการไหลบ่าของน้ำบนผิวหน้าดินจะลดลงทำให้ดินสามารถเก็บน้ำไว้ได้มากขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. ความเสถียรของเม็ดดิน

จากการทดลองพบว่าความเสถียรของเม็ดดินในแปลงที่ปลูกถั่วเขียว ถั่วเหลืองและถั่วลิสง โดยมีการจัดการแผ่นคราบแข็ง 3 วิธีนั้น ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ดังรายละเอียดในภาพที่ 14 และตารางผนวกที่ 5.3, 5.4 และ 5.5 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้เครื่องทำลายแผ่นคราบแข็งนั้นไม่มีผลพอที่จะทำให้เสถียรภาพของเม็ดดินลดลงกว่าเมื่อไม่ทำลาย ซึ่งเป็นผลดีในแง่ที่เครื่องทำลายแผ่นคราบแข็งไม่ไปทำลายโครงสร้างของดินมากเกินไป



ภาพที่ 14 ความเสถียรของเม็ดดินของแปลงที่ปลูกถั่วเขียว ถั่วเหลืองและถั่วลิสง ที่จัดการด้วยกรรมวิธีทดลองที่ต่างกัน

3. ความหนาแน่นรวมของดินและความต้านทานการแทงทะลุของผิวดิน

จากตารางที่ 1 และตารางผนวกที่ 5.3, 5.4 และ 5.5 พบว่าการทำลายแผ่นคราบแข็งทั้ง 3 วิธี ในการปลูกถั่วเขียว ถั่วเหลือง และถั่วลิสงไม่มีผลทำให้ความหนาแน่นรวมของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดินชั้นบน (0 - 15 เซ็นติเมตร) มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ค่าความหนาแน่นจะมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1.42 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร ในกรรมวิธีที่ 1 และต่ำสุดเท่ากับ 1.38 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร ในกรรมวิธีที่ 2 ในแปลงที่ปลูกถั่วเขียว ส่วนแปลงที่ปลูกถั่วเหลือง กรรมวิธีที่ 1 ให้ค่าสูงสุดเท่ากับ 1.48 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร และกรรมวิธีที่ 2 ให้ค่าต่ำสุดเท่ากับ 1.45 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร และแปลงที่ปลูกถั่วลิสงกรรมวิธีที่ 1 จะให้ค่าสูงสุดเท่ากับ 1.58 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร และต่ำสุดเท่ากับ 1.43 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร ในกรรมวิธีที่ 2

ตารางที่ 1 ความหนาแน่นรวมของดินชั้น 0 - 15 เซ็นติเมตร ที่มีการจัดการด้วยกรรมวิธีทดลองที่ต่างกัน

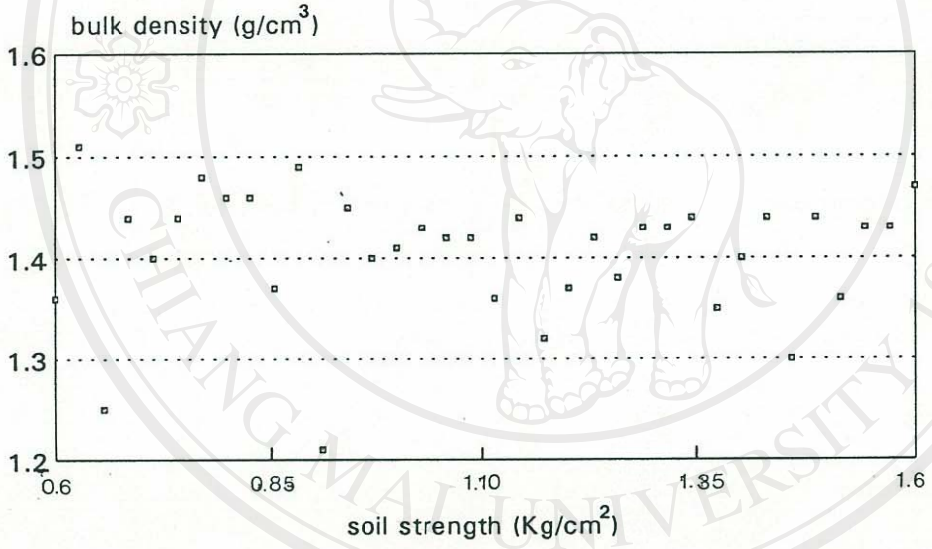
กรรมวิธีทดลอง	ถั่วเขียว(ก/ซม^3)	ถั่วเหลือง(ก/ซม^3)	ถั่วลิสง(ก/ซม^3)
T_1	1.42	1.48	1.58
T_2	1.38	1.45	1.43
T_3	1.40	1.46	1.52
$LSD_{0.05}$	NS	NS	NS

วิจารณ์ผล

การที่ความหนาแน่นรวมของดินไม่แตกต่างกัน เนื่องจากในแปลงทดลองได้รับผลกระทบจากความชื้นที่สูงอยู่ตลอดในช่วงฤดูฝน ซึ่งจะส่งผลทำให้ความรุนแรงและความหนาแน่นของแผ่นคราบแข็งลดน้อยลง ดังนั้นเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับแปลงที่มีการทำลายแผ่นคราบแข็งทั้ง 2 วิธีแล้วจึงไม่แตกต่างกันมากนัก ส่วนความหนาแน่นของดินที่มีการใช้เครื่องทำลายแผ่นคราบแข็งทั้ง 2 ชนิดนั้นจะมีค่าไม่ต่างกันจึงใช้เป็นดัชนีได้ว่าเครื่องทำลายแผ่นคราบแข็งทั้ง 2 ชนิดมีน้ำหนักไม่มากพอที่ทำให้ดินอัดตัวได้แน่นขึ้นนั่นเอง เพราะฉะนั้นในช่วงความชื้นระหว่าง 18 - 22 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร จึงเป็นช่วงความชื้นที่เหมาะสมสำหรับการใช้เครื่องมือทั้ง 2 ชนิดโดยเฉพาะเครื่องทำลายแผ่นคราบแข็งแบบลูกกลิ้งชี่ตรง ซึ่งผลกระทบต่อการอัดตัวของดินจะมีน้อยกว่าแบบลูกกลิ้งฟันเลื่อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อนำค่าความต้านทานของผิวดินที่วัดโดยใช้เครื่องวัดความต้านทานต่อการแทงทะลุ (pocket penetrometer) ไปหาความสัมพันธ์กับความหนาแน่นรวมผิวดินที่วัดได้ พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติเลย (r^2 = 0.002) ทั้งนี้เพราะความหนาแน่นนั้นจะไม่ผันแปรกับความชื้นของดิน ส่วนความต้านทานผิวดินที่วัดโดยใช้ pocket penetrometer นั้นจะผันแปรกับความชื้นของดิน ดังนั้นเมื่อดินมีความชื้นลดลงแรงต้านทานผิวดินจะเพิ่มขึ้น แต่ความหนาแน่นยังคงที่ จึงทำให้ค่าทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์กัน และการวัดความต้านทานผิวดินโดยใช้ pocket penetrometer ยังมีปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องมาก เช่น ตำแหน่งที่วัดแรงต้านทาน แรงที่ใช้กดและตัวเครื่องมือยังมีความคลาดเคลื่อนถึง ± 20 เปอร์เซ็นต์ด้วย



ภาพที่ 15 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานของผิวดินที่วัดโดยใช้ pocket penetrometer กับความหนาแน่นรวมของดิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6. การงอกของเมล็ดและผลผลิตของพืช

การทดลองครั้งนี้ได้ทดสอบเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพืชทั้ง 3 ชนิดก่อน จากการทดสอบพบว่าเมล็ดถั่วเขียวงอกเฉลี่ย 98 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดถั่วเหลืองงอกเฉลี่ย 97 เปอร์เซ็นต์

และเมล็ดถั่วเขียวงอกเฉลี่ย 98 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการงอกทะลุผิวดินที่วัดได้จากการทดลองครั้งนี้จึงเป็นผลจากอิทธิพลของแผ่นคราบแข็งเท่านั้น ในขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ เช่น ความชื้นดิน อุณหภูมิดิน นั้นมีค่าไม่แตกต่างกัน

จากตารางที่ 2 และตารางผนวกที่ 5.3, 5.4 และ 5.5 พบว่าถั่วเขียวมีการงอกทะลุผิวดินไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) ทั้ง 3 กรรมวิธีทดลอง โดยกรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3 งอกทะลุผิวดินจำนวน 50.9, 54.7 และ 47.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาจากค่าอัตราส่วนของการงอกทะลุผิวดินระหว่างแปลงที่เกิดแผ่นคราบแข็งกับแปลงที่มีการทำลายแผ่นคราบแข็ง (C/U ratio) ก็ให้ค่าสูงถึง 0.9 (ภาพที่ 15) ทั้ง 2 กรรมวิธีที่ใช้ทำลายแผ่นคราบแข็ง ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่าการใช้เครื่องมือทั้ง 2 ชนิด ไม่มีผลต่อการงอกทะลุผิวดินของเมล็ดถั่วเขียว

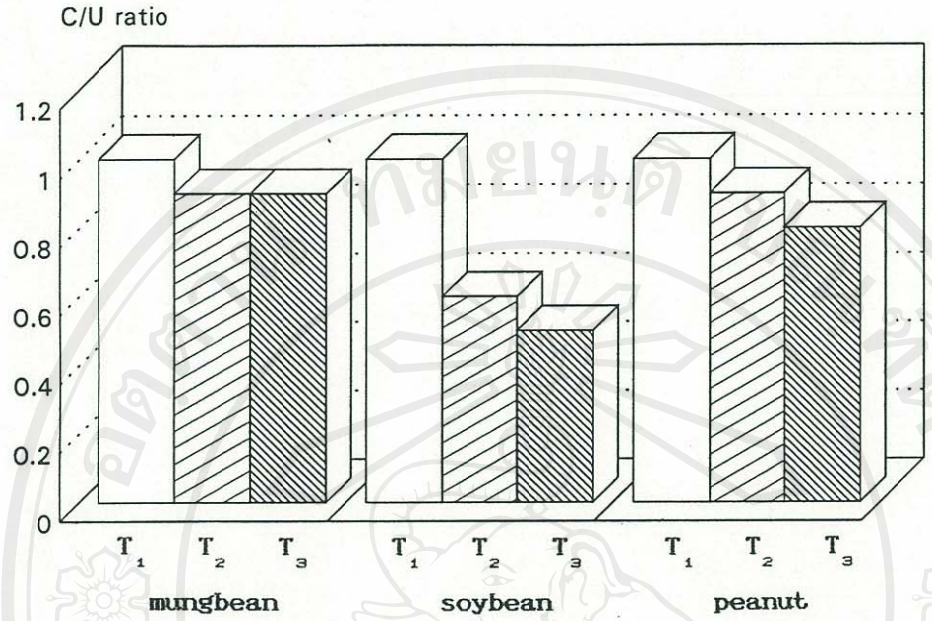
ส่วนถั่วเหลืองพบว่าทั้ง 3 กรรมวิธีทดลอง ไม่มีผลทำให้การงอกทะลุผิวดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กล่าวคือ กรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3 งอกทะลุผิวดินจำนวน 21 29.3 และ 23.6 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2 และตารางผนวกที่ 5.3, 5.4 และ 5.5)

สำหรับถั่วลิสงนั้นพบว่ามีผลเช่นเดียวกับถั่วเขียวและถั่วเหลือง โดยกรรมวิธีที่ 2 และ 3 ไม่มีผลทำให้การงอกทะลุผิวดินแตกต่างจากกรรมวิธีที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยกรรมวิธีที่ 2 และ 3 ให้ค่าแตกต่างจากกรรมวิธีที่ 1 เพียง 1.7 - 6.7 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น (ตารางที่ 2 และตารางผนวกที่ 5.3, 5.4 และ 5.5)

ตารางที่ 2 การงอกทะลุผิวดินของถั่วเขียว ถั่วเหลืองและถั่วลิสง ในแปลงที่มีการจัดการด้วยกรรมวิธีทดลองที่ต่างกัน

กรรมวิธีทดลอง	การงอกทะลุผิวดิน (เปอร์เซ็นต์)		
	ถั่วเขียว	ถั่วเหลือง	ถั่วลิสง
T_1	50.9	21	38.2
T_2	54.7	29.3	39.9
T_3	47.5	32.6	44.9
$LSD_{0.05}$	NS	NS	NS

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 16 อัตราส่วนระหว่างการงอกทะลุผิวดินของเมล็ดในแปลงที่เกิดแผ่นคราบแข็งและแปลงที่มีการทำลายแผ่นคราบแข็ง (C/U ratio) ในพืช 3 ชนิด

วิจารณ์ผล

การที่ถั่วเขียวงอกทะลุผิวดินไม่แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากเมล็ดถั่วเขียวมีแรงงอกสูง และแผ่นคราบแข็งมีแรงต้านที่ต่ำ จากการศึกษาของ Chaudhry and Das (1980) พบว่าถึงแม้ดินจะมีแรงต้านทานของแผ่นคราบแข็งสูงถึง 3.3 กิโลกรัม/ตารางเซ็นติเมตรแต่ถั่วเขียวยังสามารถงอกได้ถึง 37.1 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พืชตระกูลถั่วชนิดอื่น ๆ งอกได้ต่ำกว่าทั้งนี้เพราะเมล็ดถั่วเขียวมีสารพวก hydrolyzable carbohydrate สูงถึง 45 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นผลการทดลองครั้งนี้จึงทำให้การงอกของเมล็ดในแปลงที่มีการทำลายแผ่นคราบแข็งไม่แตกต่างจากแปลงที่ไม่ได้ทำลายแผ่นคราบแข็งและเนื่องจากการทดลองทำในช่วงฤดูฝนในชั้นดินลึก 3-15 เซ็นติเมตร จึงมีความชื้นค่อนข้างสูง (ประมาณ 18 - 22 เปอร์เซ็นต์) จึงส่งผลให้แรงต้านแผ่นคราบแข็งลดลง และไม่เป็นอุปสรรคต่อการงอกทะลุผิวดินของต้นอ่อน ดังนั้นการงอกของถั่วเขียวในกรรมวิธีต่าง ๆ จึงไม่แตกต่างกันจากการศึกษาของ Holder and Brown (1974) พบว่าแรงต้านทานของแผ่นคราบแข็งมีความสัมพันธ์แบบตรงข้ามกันกับความชื้นของดิน เมื่อดินมีความชื้นในช่วง 2.8 - 20 เปอร์เซ็นต์และแผ่นคราบแข็งจะมีแรงต้านสูงมากที่สุดเมื่อความชื้น อยู่ในช่วง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 - 2.8 เปอร์เซ็นต์ และจากผลการวิเคราะห์ชุดดินเรณูที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้พบว่ามีปริมาณอนุภาคดินเหนียวเพียง 2.5 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นกระบวนการเคลื่อนย้ายและสะสมของอนุภาคขนาดดินเหนียวเพื่อก่อให้เกิดเป็นแผ่นคราบแข็งจึงมีน้อยมากและไม่ทำให้การงอกทะลุผิวดินแตกต่างกันทางสถิติ ในกรณีนี้อาจตั้งข้อสังเกตไว้ว่า ถ้าทำการทดลองในช่วงฤดูแล้งบนดินที่มีปริมาณอนุภาคดินเหนียวสูงกว่านี้อาจทำให้เกิดแผ่นคราบแข็งที่มีแรงต้านทานสูงพอที่จะยับยั้งการแทงทะลุของต้นอ่อนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ส่วนถั่วเหลืองเหตุที่เมล็ดงอกทะลุผิวดินไม่ต่างกันนี้ อาจเนื่องจากการมีแรงต้านทานของแผ่นคราบแข็งที่ต่ำ ดังนั้นแม้ว่าแรงงอกของถั่วเหลืองจะต่ำกว่าถั่วเขียวแต่ก็ยังสามารถงอกทะลุแผ่นคราบแข็งขึ้นมาได้ เมื่อพิจารณาถึงการงอกของถั่วเหลืองแล้วจะเห็นว่ามีค่าต่ำมาก และค่า C/U ratio ของถั่วเหลืองที่วิเคราะห์ได้จากการทดลองก็มีค่าเพียง 0.5 เท่านั้น (ภาพที่ 16) การศึกษาของ Goyal (1977) พบว่าภายใต้สภาพของดินที่มีแรงต้านทานผิวดินเท่ากับ 2.44 กิโลกรัม/ตารางเซ็นติเมตร เมล็ดถั่วเหลืองจะมีแรงงอกเพียง (วัดที่อุณหภูมิ 26 องศา-เซลเซียส) 2.64 นิวตัน สำหรับแรงงอกของพืชนั้นจะผันแปรไปกับสภาพแวดล้อม Goyal (1979) ได้วัดแรงงอกถั่วเหลืองที่แรงต้านทานผิวดินสูงถึง 6.73 กิโลกรัม/ตารางเซ็นติเมตร ปรากฏว่าที่อุณหภูมิ 15, 20, 26 และ 32 องศาเซลเซียส แรงงอกถั่วเหลืองมีเท่ากับ 2.9, 3.5, 3.9 และ 3.7 นิวตัน ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงแรงงอกของถั่วเหลืองดังกล่าวประกอบกับค่า C/U ratio ที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ก็จะชี้ให้เห็นว่าจึงควรมีการนำเอาเครื่องทำลายแผ่นคราบแข็งมาแก้ปัญหานี้

สำหรับถั่วลิสงนั้น เนื่องจากเมล็ดมีแรงงอกสูงซึ่งเป็นผลมาจากการมีขนาดเมล็ดที่ใหญ่ จากการศึกษาของ Taylor and Ratliff (1969) พบว่าเมล็ดถั่วลิสงมีแรงงอกเท่ากับ 5.1 นิวตัน เมื่อแรงต้านของดินเท่ากับ 6.22 กิโลกรัม/ตารางเซ็นติเมตรซึ่งจะเห็นว่าถั่วลิสงมีแรงงอกที่มากกว่าถั่วเหลือง ดังนั้นจึงทำให้ถั่วลิสงงอกทะลุผิวดินได้ไม่แตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธีทดลอง นอกจากนี้การเกิดแรงต้านทานของแผ่นคราบแข็งที่ต่ำก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การงอกของถั่วลิสงสูงขึ้น เมื่อพิจารณาจากค่า C/U-ratio ที่ได้จากการทดลองก็ใกล้เคียงกับของถั่วเขียวคือ 0.8 - 0.9 (ภาพที่ 16) ดังนั้นในกรณีของถั่วลิสงการใช้เครื่องทำลายแผ่นคราบแข็งอาจไม่มีความจำเป็นเช่นเดียวกับถั่วเขียว

ส่วนผลกระทบต่อผลผลิตพืชนั้นทั้ง 3 กรรมวิธีการทดลองไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติทั้ง 3 พืชที่ใช้ทดลอง (ตารางที่ 3 และตารางผนวกที่ 5.3, 5.4 และ 5.5) ทั้งนี้อาจตั้งข้อสังเกตไว้ว่าการดูถึงผลผลิตของพืชนั้นอาจเป็นช่วงเวลาที่นานเกินไปสำหรับดูผลกระทบของแผ่นคราบแข็ง เพราะหลังจากทำลายแผ่นคราบแข็งแล้วเมื่อฝนตกลงมาดินก็จะเกิดการจับตัวเป็นแผ่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คราบแข็งขึ้นอีกและผลของกรรมวิธีทดลองที่เกิดเนื่องจากการทำลายแผ่นคราบแข็งจะหมดไป จึงทำให้แต่ละแปลงไม่มีความแตกต่างกันขึ้นมาอีกครั้ง ดังนั้นการดูถึงผลกระทบของการทำลายแผ่นคราบแข็งต่อผลผลิตจึงเห็นผลได้ไม่ชัดเจน

ตารางที่ 3 ผลผลิตของถั่วเขียว ถั่วเหลือง และถั่วลิสงที่มีการจัดการด้วยกรรมวิธีทดลองที่ต่างกัน

กรรมวิธีทดลอง	กิโลกรัม/ไร่		
	ถั่วเขียว	ถั่วเหลือง	ถั่วลิสง
T_1	190	201	229
T_2	170	226	200
T_3	279	208	208
$LSD_{0.05}$	NS	NS	NS

ประสิทธิภาพของเครื่องมือ

จากการทดลองประสิทธิภาพของเครื่องมือทั้ง 2 ชนิด บนแปลงทดลองขนาด 30 ตารางเมตร พบว่าใช้เวลาในการทำลายแผ่นคราบแข็งประมาณ 6 - 7 นาที หรือ 5 ± 0.7 ชั่วโมง/ไร่ และเครื่องทำลายแผ่นคราบแข็งแบบลูกกลิ้งฟันเลื่อยมีแนวโน้มทำให้น้ำซึมผ่านผิวดินได้สูงกว่าแบบลูกกลิ้งซี่ตรง แต่มีข้อสังเกตว่าการใช้เครื่องทำลายแผ่นคราบแข็งแบบลูกกลิ้งฟันเลื่อยนั้นจะทำให้ดินเกิดการแตกกระจายได้ละเอียดกว่า และตื้นกว่าแบบลูกกลิ้งซี่ตรง นอกจากนี้ยังใช้แรงกดเครื่องมือเพื่อตะกุยดินได้มากกว่าด้วย ดังนั้นในแง่ของการทำอันตรายต่อต้นอ่อนของพืชและโครงสร้างดินแล้ว เครื่องทำลายแผ่นคราบแข็งแบบลูกกลิ้งฟันเลื่อยจะมีโอกาสสูงกว่า ในขณะที่เครื่องมือแบบลูกกลิ้งซี่ตรงนั้นทำอันตรายต่อต้นอ่อนเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่าเครื่องทำลายแผ่นคราบแข็งแบบลูกกลิ้งซี่ตรงน่าจะเหมาะสมในการใช้งานมากกว่าแบบลูกกลิ้งฟันเลื่อย

สำหรับการใช้งานบนพื้นที่ที่ไม่สม่ำเสมอและมีการเตรียมแปลงแบบอื่น ๆ เช่น ปลูก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แบบยกร่องขึ้นแปลง เป็นต้น การใช้เครื่องทำลายแผ่นคราบแข็งที่ประดิษฐ์ขึ้นมีความเหมาะสมมาก เพราะเครื่องมือมีขนาดเล็ก ไม่กว้างเกินไปและต้นทุนการผลิตตกประมาณ 1,500 บาทเท่านั้น ในกรณีที่จะนำเครื่องมือไปใช้ในแปลงของเกษตรกรที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ก็ควรปรับปรุงในส่วนของการติดสิ่งลากจูงและเพิ่มน้ำหนักให้มากขึ้นกว่าเดิม เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำลายแผ่นคราบแข็งมากขึ้นอีก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved