บทที่ 4

ผลการทดลอง

การแยกเชื้อบริสุทธิ์จากปมรากถั่วเหลืองที่ปลูกในฤดูกาลเพาะปลูกในเขตอำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย และจากดินในจังหวัดนครนายก

ลักษณะคุณสมบัติเบื้องต้นและจำนวนเชื้อบริสุทธิ์

เชื้อที่แยกได้จากปมรากถั่วเหลือง เมื่อนำมาเลี้ยงบนอาหารแข็งยีสต์-แมนนิทอลผสมสีคองโกเรด(congo red) จะปรากฏโคโลนีภายในระยะเวลา 5-7 วัน โคโลนีที่ได้จะมีลักษณะกลมนูน ขอบเรียบ สีขาวขุ่น มีเมือก ไม่ดูดสีคองโกเรด และเมื่อเลี้ยงบนอาหารแข็งยีสต์-แมนนิทอลผสมบรอมไทล์มอลบลูในระยะเวลา 5-7 วัน สีของอาหารบริเวณรอบๆโคโลนีจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำเงิน จึงทำการเก็บเชื้อลักษณะดังกล่าว จากปมรากถั่วเหลืองที่ปลูกในเขตอำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัยได้จำนวน 41ไอโซเลตและเชื้อจากปมรากถั่วเหลืองที่ปลูกในดินจังหวัดนครนายก จำนวน 55 ไอโซเลต ไว้สำหรับทำการทดสอบขั้นต่อไป

คุณสมบัติทางชีวเคมีของเชื้อบริสุทธิ์ที่แยกได้

เชื้อบริสุทธิ์ที่แยกได้จากปมรากถั่วเหลืองที่ปลูกในฤดูกาลเพาะปลูก ในเขตอำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย จำนวน 41 ไอโซเลต และที่แยกจากดินในจังหวัดนครนายก จำนวน 55 ไอโซเลต เมื่อนำไปย้อมสีแกรม เซลมีลักษณะเป็นรูปแท่ง ติดสีแกรมลบ สามารถเคลื่อนที่ได้บนอาหารเลี้ยงเชื้อ SIM ไม่ย่อยสลายแป้ง เจริญได้ในอาหารเหลวยีสต์แมนนิทอลที่มีพีเอช 6.8 พีเอช 8.0 และอาหารเหลวยีสต์แมนนิทอลที่เติมโซเดียมคลอไรด์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับเชื้อแต่ละไอโซเลต ไม่สามารถเจริญในอาหารเหลวยีสต์แมนนิทอลที่มีโปแตสเซียมไนเตรต 8 เปอร์เซ็นต์ และอาหารเหลวยีสต์แมนนิทอลที่มีโซเดียมคลอไรด์ 1 เปอร์เซ็นต์ หรือ โซเดียมคลอไรด์ 2 เปอร์เซ็นต์ หรือโซเดียมคลอไรด์ 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นส่วนประกอบได้ตามลำดับ

การเจริญของเชื้อ *B.japonicum* บนอาหารเหลวยีสต์-แมนนิทอล

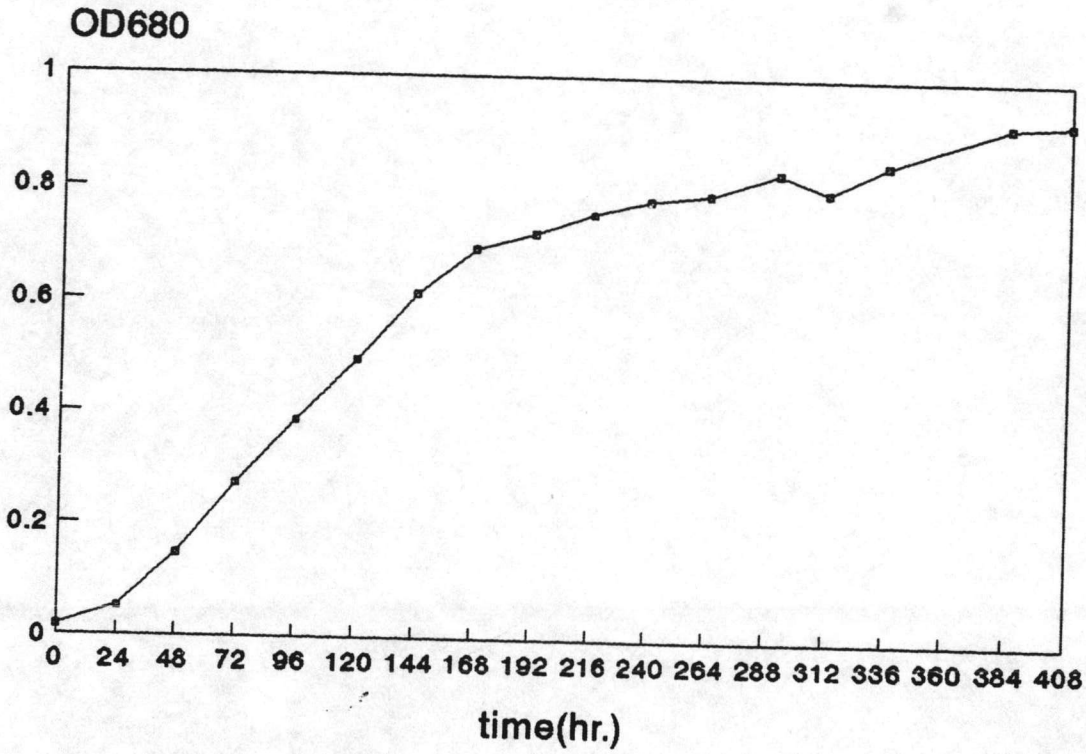
จากรูปที่ 4 การเจริญของ *B.japonicum* โดยการวัดความขุ่นที่ค่าการดูดกลืนแสง 680 นาโนเมตร ในอาหารเหลวยีสต์-แมนนิทอล พบว่า *B.japonicum* จะสร้างความขุ่นอย่างสม่ำเสมอให้เห็นในช่วง 3-5 วัน และช่วงท้ายของ log phase จะอยู่ในช่วง 6-7 วัน

การเกิดปมกับถั่วซีราโทร

หลังจากใส่สารแขวนลอยเซลของเชื้อบริสุทธิ์ ลงบนถั่วซีราโทรในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ที่มีอาหารแข็งที่ขาดแหล่งไนโตรเจน ทำการเพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30-45 วัน ภายใต้ความเข้มแสง 42.6 $\mu E.m^{-2}.sec^{-1}$. เชื้อบริสุทธิ์ทุกไอโซเลตสามารถเกิดปมที่รากถั่วซีราโทรได้

การทำปฏิกิริยาระหว่างแอนติเจนของ *B.japonicum*

B.japonicum ที่แยกได้จากปมรากถั่วเหลืองที่ปลูกในเขตอำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย และดินในจังหวัดนครนายก กับแอนติบอดีที่เบรดิไรโซเบียมสายพันธุ์มาตรฐานในการจัดจำแนกเชื้อทางเซรุ่มวิทยาด้วยวิธี ELISA ทั้งหมดจำนวน 8 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ THA5 THA6 TAL944 TAL377 TAL432 USDA142 USDA94 และ USDA76 ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นดังแสดงในตารางที่ 5 ไม่มีปฏิกิริยาทางเซรุ่มวิทยาระหว่างสายพันธ์มาตรฐาน THA6 และ USDA94 กับแอนติเจนใด ๆ ส่วนแอนติเจนของเบรดิไรโซเบียมที่ไม่ได้ทำปฏิกิริยาทางเซรุ่มวิทยากับแอนติบอดี้เบรดิไรโซเบียมสายพันธุ์มาตรฐาน ทั้ง 8 สายพันธุ์ ได้แก่ไอโซเลตหมายเลข SSN2 SSN5 SSN8 SSN9 SSN10 SSN11 SSN12 SSN14 SSN17 SSN18 SSN19 SSN21 SSN22 SSN23 SSN24 SSN25 SSN27 SSN28 SSN29 SSN31 SSN32 SSN33 SSN34 SSN35 SSN36 SSN38 SSN40 SSN42 SSN43 SSN44 SSN45 SSN48 SSN50 SSN51 SSN52 SSN53 SSN54 SSN55 SSN57 SSN58 SSN59 SSN60 SS8 SS16 SS18 SS19 SS40 SS44 SS45 SS48 SS49 SS50 SS53 SS54 SS56 SS58 SS62 SS64 SS66 SS70 และ SS71 ตามลำดับ



รูปที่ 4 แสดงกราฟการเจริญของ *B.japonicum* ในอาหารเหลวยีสต์-แมนนิทอล ที่ค่าการดูดกลืนแสง 680 นาโนเมตร

ตารางที่ 5 ปฏิกิริยาระหว่างแอนติเจนกับแอนติซีรัมของ *B. japonicum* สายพันธุ์ที่นำมาใช้ในการจำแนกสายพันธุ์ โดยวิธี ELISA(ที่ว่างแสดงว่าไม่เกิดปฏิกิริยา)

แอนติซีรัม / แอนติเจน	THA5	THA6	TAL377	TAL944	TAL432	USDA76	USDA94	USDA142
SSN1	+	-	-	-	-	-	-	-
SSN4	+	-	-	-	-	-	-	-
SS17	+	-	-	-	-	-	-	-
SS43	+	-	-	-	-	-	-	-
SS67	+	-	-	-	-	-	-	-
SSN46	+	-	-	-	-	-	-	-
SS38	+	-	-	-	-	-	-	-
SS47	+	-	-	-	-	-	-	-
SS65	+	-	-	-	-	-	-	-
SSN41	-	-	+	-	-	-	-	-
SS59	-	-	+	-	-	-	-	-
SSN3	-	-	-	+	-	-	-	-
SSN6	-	-	-	+	-	-	-	-
SSN7	-	-	-	+	-	-	-	-
SSN20	-	-	-	+	-	-	-	-
SSN56	-	-	-	+	-	-	-	-

แอนติซีรัม / แอนติเจน	THA5	THA6	TAL377	TAL944	TAL432	USDA76	USDA94	USDA142
SS2	-	-	-	+	-	-	-	-
SS6	-	-	-	+	-	-	-	-
SS10	-	-	-	+	-	-	-	-
SS11	-	-	-	+	-	-	-	-
SS15	-	-	-	+	-	-	-	-
SS42	-	-	-	+	-	-	-	-
SS46	-	-	-	+	-	-	-	-
SS52	-	-	-	+	-	-	-	-
SS57	-	-	-	+	-	-	-	-
SS60	-	-	-	+	-	-	-	-
SS63	-	-	-	+	-	-	-	-
SS69	-	-	-	+	-	-	-	-
SSN15	-	-	-	-	+	-	-	-
SSN37	-	-	-	-	+	-	-	-
SSN47	-	-	-	-	-	+	-	-
SS39	-	-	-	-	-	+	-	-
SS41	-	-	-	-	-	+	-	-
SSN26	-	-	-	-	-	-	-	+
SS13	-	-	-	-	-	-	-	+

การทดสอบประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของเชื้อเบรดิไรโซเบียมในเลียวนาร์ดจาร์

ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของเบรดิไรโซเบียมที่แยกจากปมรากถั่วเหลืองในเขตอำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย และที่แยกได้จากดินในจังหวัดนครนายก จำนวน 96 ไอโซเลต น้ำหนักแห้งของต้น มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.51-2.06 กรัม การใส่เชื้อเบรดิไรโซเบียม 96 ไอโซเลตรวมทั้งไม่ใส่เชื้อ ทำให้น้ำหนักแห้งของต้นถั่วแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 11 และสามารถแบ่งเบรดิไรโซเบียมออกเป็นกลุ่มตามน้ำหนักแห้งของต้นโดยวิธี DMRT (Duncan's Multiple-Rang Test) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เชื้อที่ให้น้ำหนักแห้งของต้นสูงได้แก่ SSN18 SSN14 SSN17 SSN21 และ SSN12 มีน้ำหนักแห้งของต้น 2.06 1.86 1.81 1.68 และ 1.61 กรัม ตามลำดับ เชื้อที่ให้น้ำหนักแห้งรองลงมาได้แก่ SSN8 SSN56 SSN5 SSN53 SSN7 SSN60 SSN51 SSN44 SSN15 SSN6 SSN19 และSSN10 มีน้ำหนักแห้งต้น 1.55 1.53 1.49 1.48 1.46 1.46 1.38 1.36 1.34 1.31 1.31และ1.31 กรัมตามลำดับ ส่วนชุดควบคุมที่ไม่ใส่เชื้อแต่ใส่โปแตสเซียมไนเตรต 0.5 เปอร์เซ็นต์ คือ C1+N มีจำนวนน้ำหนักแห้งของต้น 1.38 กรัม และ ชุดควบคุมที่ไม่ใส่เชื้อกับโปแตสเซียมไนเตรต 0.5 เปอร์เซ็นต์ คือ C2-N มีน้ำหนักแห้งของต้น 0.51 กรัม ดังแสดงในตารางที่ 6

จำนวนปม มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0-74 ปม การใส่เชื้อเบรดิไรโซเบียม 96ไอโซเลต รวมทั้งไม่ใส่เชื้อ ทำให้จำนวนปมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 12 และสามารถแบ่งเชื้อไรโซเบียมออกเป็นกลุ่มตามจำนวนปมที่รากโดยวิธี DMRT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เชื้อเบรดิไรโซเบียมที่มีประสิทธิภาพในการทำให้ต้นถั่วเกิดปมสูงได้แก่ SSN14 SSN4 SSN11 SSN19 SSN18 และ SSN15 มีจำนวนปม 74 70 61 60 และ60 ปม ตามลำดับ เชื้อเบรดิไรโซเบียมที่มีประสิทธิภาพในการทำให้ต้นถั่วเกิดปมรองลงมา ได้แก่ SSN7 SSN8 SSN9 SSN2 และ SSN25 มีจำนวนปม 51 50 50 47 และ 46 ปม ตามลำดับ ส่วนชุดควบคุมที่ไม่ใส่เชื้อคือ C1+N และ C2-N จะมีจำนวนปม 0 และ 0 ปมตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 7

น้ำหนักแห้งของปม มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.00-0.30 กรัม การใส่เชื้อเบรดิไรโซเบียม จำนวน 96ไอโซเลต รวมทั้งไม่ใส่เชื้อทำให้น้ำหนักแห้งของปมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 13 และ สามารถแบ่งกลุ่มตามน้ำหนักแห้งของปม โดยวิธี DMRT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เชื้อเบรดิไรโซเบียมที่มีประสิทธิภาพในการสร้างเนื้อเยื่อปมให้มีน้ำหนักแห้งปมสูงได้แก่ SSN8 และSSN18 มีน้ำหนักแห้งของปม 0.30 และ 0.24 กรัมตามลำดับ เชื้อเบรดิไรโซเบียม ที่มีประสิทธิภาพในการสร้างเนื้อเยื่อปมให้มีน้ำหนักแห้งปมรองลงมา ได้แก่ SSN12 SSN7 SSN53 SSN55 SSN21 และ SSN51 มีน้ำหนักแห้งของปม 0.22 0.22 0.21 0.20 0.20 และ 0.20 กรัมตามลำดับ ส่วนชุดควบคุมไม่ใส่เชื้อคือ C1+N และ C2-N จะมีน้ำหนักปมแห้ง 0.00 และ 0.00 กรัมตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 8

อัตราการตรึงไนโตรเจน มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.01-5.54 ไมโครโมลต่อชั่วโมง การใส่เชื้อเบรดิไรโซเบียม 96 ไอโซเลต รวมทั้งไม่ใส่เชื้อไรโซเบียม ทำให้ต้นถั่วมีอัตราการตรึงไนโตรเจนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 14 และสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มตามอัตราการตรึงไนโตรเจนโดยวิธี DMRT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เชื้อเบรดิไรโซเบียมที่มีประสิทธิภาพทำให้ต้นถั่วเหลืองมีอัตราการตรึงไนโตรเจนสูง ได้แก่ SSN12 SSN17 SSN8 SSN15 และ SSN51 มีอัตราการตรึงไนโตรเจน 5.54 5.48 4.46 4.46 และ 4.44ไมโครโมลต่อชั่วโมงตามลำดับ เชื้อเบรดิไรโซเบียมที่มีประสิทธิภาพให้ต้นถั่วเหลืองมีอัตราการตรึงไนโตรเจนรองลงมาได้แก่ SSN3 SS70 SSN7 SSN48 และ SSN6 มีอัตราการตรึงไนโตรเจน4.24 4.17 3.84 3.63 และ 3.36 ไมโครโมลต่อชั่วโมงตามลำดับ ส่วนชุดควบคุมไม่ใส่เชื้อคือ C1+N และ C2-N จะมีอัตราการตรึงไนโตรเจน 0.00 และ 0.00 ไมโครโมลต่อชั่วโมงตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 9

ค่า Specific Nitrogenase Activity มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.00-42.12 ไมโครโมลต่อชั่วโมงต่อกรัมของน้ำหนักปมแห้ง การใส่เชื้อเบรดิไรโซเบียม 96 ไอโซเลต รวมทั้งไม่ใส่เชื้อไรโซเบียมทำให้ต้นถั่วมีอัตราการตรึงไนโตรเจนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 15 และสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มตามอัตราการตรึงไนโตรเจนโดยวิธี DMRT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เชื้อเบรดิไรโซเบียมที่มีประสิทธิภาพ ทำให้ต้นถั่วเหลืองมีค่า Specific Nitrogenase Activityสูง ได้แก่ SSN28 SS17 และ SSN34 มีค่าSpecific

Nitrogenase Activiy 42.12 42.07 และ 41.44 ไมโครโมลต่อชั่วโมงต่อกรัมของน้ำหนักปมแห้ง ตามลำดับ เชื้อเบรดิไรโซเบียมที่มีประสิทธิภาพให้ต้นถั่วเหลืองมีค่า Specific Nitrogenase Activiy รองลงมาได้แก่ SS8 และ SSN24 มีค่าSpecific Nitrogenase Activiy 39.34 และ 38.29 ไมโครโมลต่อชั่วโมงต่อกรัมของน้ำหนักปมแห้ง ตามลำดับ ส่วนชุดควบคุมไม่ใส่เชื้อคือ C1+N และ C2-N จะมีค่า Specific Nitrogenase Activiy 0.01 และ 0.00 ไมโครโมลต่อชั่วโมงต่อกรัมของน้ำหนักปมแห้ง ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 10

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) การตรึงไนโตรเจนของเชื้อเบรดิไรโซเบียม

ผลจากการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ การตรึงไนโตรเจนของเชื้อเบรดิ-ไรโซเบียม พบว่าน้ำหนักแห้งของต้น จำนวนปม น้ำหนักแห้งของปม และอัตราการตรึงไนโตรเจนมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กันดังนี้ น้ำหนักแห้งของต้นกับจำนวนปม น้ำหนักปมแห้ง และอัตราการตรึงไนโตรเจน มีค่า r = 0.60,0.72 และ 0.49 ตามลำดับ ส่วนจำนวนปมมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักแห้งปม และอัตราการตรึงไนโตรเจน มีค่า r = 0.63, 0.50 ตามลำดับ และน้ำหนักแห้งปมมีความสัมพันธ์กับอัตราการตรึงไนโตรเจนมีค่า r = 0.63 ดังแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 6 น้ำหนักแห้งเรียงจากมากไปน้อยของส่วนลำต้นถั่วเหลือง (*Glycine max*) สายพันธุ์ สจ.5 ที่เลี้ยงใน Leonard jars โดยการเติม *B. japonicum* ไอโซเลตต่าง ๆ ที่แยกได้ ภาวะการเจริญได้แก่ ความเข้มแสง 83.7 $\mu E.m^{-2}.sec^{-1}$ ที่ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 38 วัน

ไอโซเลต	น้ำหนักแห้งของส่วนลำต้น(กรัมต่อต้น)				ไอโซเลต	น้ำหนักแห้งของส่วนลำต้น(กรัมต่อต้น)			
	บล็อค 1	บล็อค 2	บล็อค 3	ค่าเฉลี่ย		บล็อค 1	บล็อค 2	บล็อค 3	ค่าเฉลี่ย
SSN 18	2.16	2.06	1.96	2.06	SSN 38	1.30	1.26	1.21	1.26
SSN 4	1.70	2.08	1.80	1.86	SSN 1	1.29	1.26	1.14	1.23
SSN 17	1.92	2.12	1.39	1.81	SSN 52	1.16	1.21	1.26	1.21
SSN 21	1.32	1.68	2.03	1.68	SSN 43	1.14	1.20	1.26	1.20
SSN 12	1.66	1.17	2.00	1.61	SSN 2	1.16	1.20	1.24	1.20
SSN 8	1.70	1.88	1.07	1.55	SSN 42	1.09	1.02	1.48	1.20
SSN 56	1.68	1.53	1.38	1.53	SS 70	1.55	1.04	1.00	1.20
SSN 5	1.22	1.49	1.76	1.49	SS 58	1.22	1.10	1.26	1.19
SSN 53	1.48	1.54	1.42	1.48	SS 46	0.90	1.18	1.46	1.18
SSN 7	1.79	0.98	1.62	1.46	SSN 25	1.22	1.18	1.14	1.18
SSN 60	1.46	1.30	1.62	1.46	SSN 14	1.20	1.08	1.24	1.17
SSN 51	1.34	1.46	1.35	1.38	SS 59	1.20	1.17	1.14	1.17
SSN 44	1.16	1.56	1.36	1.36	SSN 11	1.23	0.84	1.40	1.16
SSN 15	1.44	0.98	1.59	1.34	SSN 45	1.34	1.14	0.94	1.14
SSN 6	1.08	1.53	1.32	1.31	SSN 59	0.92	1.38	0.98	1.09
SSN 19	1.02	1.04	1.87	1.31	SSN 48	1.26	0.85	1.02	1.04
SSN 10	1.53	1.18	1.22	1.31	SSN 41	0.74	1.05	1.30	1.03
SSN 55	1.19	1.60	1.12	1.30	SS 40	0.94	1.00	1.14	1.03

ไอโซเลต	น้ำหนักแห้งของส่วนลำต้น(กรัมต่อต้น)				ไอโซเลต	น้ำหนักแห้งของส่วนลำต้น(กรัมต่อต้น)			
	บล็อค 1	บล็อค 2	บล็อค 3	ค่าเฉลี่ย		บล็อค 1	บล็อค 2	บล็อค 3	ค่าเฉลี่ย
					SS 57	0.96	0.75	0.88	0.86
SSN 24	1.08	1.19	0.80	1.02	SS 18	0.86	1.04	0.68	0.86
SSN 35	1.21	1.10	0.73	1.01	SSN 23	1.07	0.54	0.94	0.85
SSN 46	1.20	0.98	0.84	1.01	SSN 29	0.94	0.84	0.74	0.84
SS 63	1.23	0.82	0.93	0.99	SSN 40	0.92	0.63	0.96	0.84
SS 67	0.84	0.98	1.12	0.98	SS 16	0.68	0.84	0.99	0.84
SSN 22	0.94	1.10	0.90	0.98	SS 60	0.94	1.00	0.56	0.83
SS 54	0.90	0.96	1.01	0.96	SSN 9	0.77	0.38	1.34	0.83
SSN 28	1.18	0.89	0.78	0.95	SS 66	0.77	0.83	0.89	0.83
SSN 33	0.94	0.98	0.88	0.93	SS 50	0.88	0.72	0.88	0.83
SSN 50	1.12	0.74	0.93	0.93	SS 41	0.80	0.66	1.02	0.83
SSN 47	1.04	0.66	1.08	0.93	SS 10	0.80	0.81	0.82	0.81
SS 49	0.96	0.96	0.82	0.91	SS 13	0.80	0.85	0.76	0.80
SSN 31	0.91	0.91	0.91	0.91	SS 6	0.75	0.96	0.70	0.80
SSN 26	0.74	1.14	0.84	0.91	SS 52	0.84	0.71	0.84	0.80
SS 45	0.95	0.69	1.06	0.90	SS 62	0.82	0.79	0.76	0.79
SSN 54	0.96	0.59	1.14	0.90	SSN 58	0.80	0.82	0.71	0.78
SS 64	1.08	0.62	0.95	0.88	SS 48	0.68	0.78	0.87	0.78
SS 56	0.70	1.60	0.88	0.88	SS 65	0.73	0.60	0.86	0.73
SS 43	1.02	0.88	0.74	0.88	SS 8	0.76	0.69	0.72	0.72
SS 17	0.82	0.78	1.02	0.87	SS 2	0.67	0.54	0.92	0.71
SSN 37	0.83	1.07	0.72	0.87	SS 53	0.80	0.45	0.87	0.71

ไอโซเลต	น้ำหนักแห้งของส่วนลำต้น(กรัมต่อต้น)			
	บล็อค 1	บล็อค 2	บล็อค 3	ค่าเฉลี่ย
SS 42	1.62	0.98	0.50	0.70
SS 39	0.70	0.58	0.82	0.70
SS 69	0.78	0.50	0.79	0.69
SS 47	0.59	0.54	0.94	0.69
SSN 34	0.66	0.49	0.91	0.69
SSN 3	0.93	0.43	0.68	0.68
SS 19	0.71	0.68	0.64	0.68
SS 38	0.58	0.64	0.70	0.64
SS 71	0.72	0.52	0.62	0.62
SS 44	0.61	0.79	0.46	0.62
SSN 36	0.70	0.52	0.61	0.61
SS 11	0.52	0.59	0.66	0.59
SS 15	0.62	0.53	0.58	0.58
SSN 32	0.69	0.44	0.56	0.56
SSN 27	0.74	0.38	0.56	0.56
SSN 20	0.72	0.41	0.51	0.55
SSN 57	0.67	0.37	0.52	0.52
คอนโทรล 1*	0.53	0.45	0.54	0.51
คอนโทรล 2**	1.36	1.50	1.28	1.38

* ไม่มีแหล่งไนโตรเจนใน Leonard jars

** เติม 0.05 เปอร์เซนต์ KNO_3 ใน Leonard jars

ตารางที่ 7 จำนวนปมบริเวณรากต้นถั่วเหลือง (*Glycine max*) สายพันธุ์ สจ.5 เรียงจากมากไปน้อย เลี้ยงใน Leonard jars โดยการเติม *B. japonicum* ไอโซเลตต่าง ๆ ที่แยกได้ ภาวะการเจริญได้แก่ ความเข้มแสง 83.7 $\mu E.m^{-2}.sec^{-1}$ ที่ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 38 วัน

ไอโซเลต	จำนวนปม (ปมต่อต้น)				ไอโซเลต	จำนวนปม (ปมต่อต้น)			
	บล็อค 1	บล็อค 2	บล็อค 3	ค่าเฉลี่ย		บล็อค 1	บล็อค 2	บล็อค 3	ค่าเฉลี่ย
SSN 14	70	74	78	74	SS 70	43	38	35	39
SSN 4	51	66	92	70	SSN 51	30	38	45	38
SSN 11	64	66	67	66	SSN 55	36	43	34	38
SSN 19	49	75	60	61	SSN 56	46	37	28	37
SSN 18	78	60	42	60	SS 64	34	37	40	37
SSN 15	64	59	55	59	SSN 5	39	32	39	37
SSN 7	58	38	56	51	SSN 1	41	25	45	37
SSN 8	49	54	46	50	SS 65	36	34	33	34
SSN 9	40	49	58	49	SSN 47	33	32	32	32
SSN 2	40	47	54	47	SS 71	28	16	53	32
SSN 25	45	47	48	47	SSN 35	42	31	23	32
SSN 3	35	46	57	46	SS 69	30	32	33	32
SSN 6	40	34	62	45	SSN 48	43	24	28	32
SSN 17	40	48	44	44	SSN 46	39	30	25	32
SSN 21	37	44	51	44	SSN 60	39	30	26	31
SS 56	46	37	28	43	SS 17	39	22	33	31
SSN 12	41	39	49	43	SSN 37	34	27	33	31
SSN 10	51	30	38	40	SS 57	35	22	36	31

ไอโซเลต	จำนวนปม (ปมต่อต้น)				ไอโซเลต	จำนวนปม (ปมต่อต้น)			
	บล็อค 1	บล็อค 2	บล็อค 3	ค่าเฉลี่ย		บล็อค 1	บล็อค 2	บล็อค 3	ค่าเฉลี่ย
SS 41	27	31	35	31	SSN 23	25	18	33	25
SSN 28	45	24	22	30	SSN 45	24	25	26	25
SSN 50	30	20	40	30	SS 54	28	24	20	24
SS 59	34	30	26	30	SSN 24	27	29	15	24
SS 63	32	22	34	29	SSN 59	26	26	18	23
SSN 53	23	26	38	29	SSN 32	30	16	23	23
SSN 38	35	29	23	29	SS 46	19	22	25	22
SSN 34	25	29	33	29	SSN 20	28	22	16	22
SSN 31	30	29	28	29	SS 67	25	17	21	21
SS 58	29	23	34	29	SS 53	20	21	22	21
SSN 43	25	22	38	28	SS 40	20	23	20	21
SSN 44	33	30	21	28	SSN 60	18	20	23	20
SS 45	27	22	32	27	SS 48	18	20	23	20
SSN 58	24	20	36	27	SS 16	16	25	20	20
SSN 22	34	27	19	27	SSN 29	20	14	27	20
SS 42	26	27	26	26	SSN 36	27	13	20	20
SSN 41	19	31	29	26	SS 43	22	19	17	19
SS 62	22	26	30	26	SSN 26	18	18	19	18
SS 66	24	26	28	26	SS 38	13	18	23	18
SSN 33	24	24	29	26	SS 44	18	17	17	17
SSN 42	20	24	33	26	SSN 52	17	13	22	17
SS 49	32	26	20	26	SS 50	19	13	21	17

ไอโซเลต	จำนวนปม (ปมต่อต้น)			
	บล็อค 1	บล็อค 2	บล็อค 3	ค่าเฉลี่ย
SS 52	19	15	17	17
SSN 40	22	12	17	17
SSN 57	23	10	17	17
SS 47	16	11	21	16
SS 10	18	12	15	15
SS 11	13	14	15	14
SS 8	17	11	14	14
SSN 27	19	7	13	13
SSN 54	15	11	13	13
SS 13	9	16	12	12
SS 2	14	10	12	12
SS 6	14	13	9	12
SS 19	12	8	14	11
SS 15	10	12	8	10
SS 14	6	6	6	6
SS 18	4	4	5	4
คอนโทรล 1*	0	0	0	0
คอนโทรล 2**	0	0	0	0

* ไม่มีแหล่งไนโตรเจนใน Leonard jars

** เติม 0.05 เปอร์เซนต์ KNO_3 ใน Leonard jars

ตารางที่ 8 น้ำหนักแห้งของปมถั่วเหลือง (*Glycine max*) สายพันธุ์ สจ.5 เรียงจากมากไปน้อย เลี้ยงใน Leonard jars โดยการเติม *B. japonicum* ไอโซเลตต่าง ๆ ที่แยกได้ ภาวะการเจริญได้แก่ ความเข้มแสง 83.7 $\mu E.m^{-2}.sec^{-1}$ ที่ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 38 วัน

ไอโซเลต	น้ำหนักแห้งของปม (กรัมต่อต้น)				ไอโซเลต	น้ำหนักแห้งของปม (กรัมต่อต้น)			
	บล็อค 1	บล็อค 2	บล็อค 3	ค่าเฉลี่ย		บล็อค 1	บล็อค 2	บล็อค 3	ค่าเฉลี่ย
SSN 8	0.26	0.34	0.30	0.30	SSN 6	0.10	0.20	0.15	0.15
SSN 18	0.26	0.24	0.22	0.24	SS 46	0.13	0.14	0.16	0.14
SSN 12	0.22	0.18	0.26	0.22	SS 70	0.19	0.12	0.12	0.14
SSN 7	0.22	0.22	0.22	0.22	SSN 25	0.16	0.14	0.12	0.14
SSN 53	0.21	0.24	0.18	0.21	SS 40	0.14	0.13	0.12	0.14
SSN 55	0.18	0.28	0.14	0.20	SS 64	0.15	0.14	0.12	0.14
SSN 21	0.14	0.20	0.26	0.20	SS 53	0.12	0.13	0.14	0.13
SSN 15	0.21	0.20	0.18	0.20	SSN 38	0.15	0.13	0.11	0.13
SSN 51	0.18	0.18	0.20	0.19	SS 41	0.14	0.13	0.12	0.13
SSN 4	0.20	0.19	0.16	0.18	SSN 32	0.17	0.10	0.12	0.12
SSN 13	0.18	0.18	0.18	0.18	SSN 14	0.14	0.08	0.14	0.12
SSN 11	0.16	0.18	0.19	0.18	SS 45	0.14	0.08	0.14	0.12
SSN 52	0.16	0.16	0.17	0.16	SSN 3	0.09	0.12	0.15	0.12
SSN 17	0.16	0.20	0.13	0.16	SS 54	0.14	0.12	0.10	0.12
SSN 56	0.18	0.16	0.14	0.16	SSN 23	0.12	0.12	0.11	0.12
SSN 44	0.14	0.18	0.16	0.16	SSN 60	0.12	0.13	0.10	0.12
SS 60	0.17	0.14	0.16	0.16	SS 56	0.09	0.09	0.17	0.12
SSN 42	0.14	0.12	0.20	0.15	SSN 47	0.10	0.11	0.12	0.11

ไอโซเลต	น้ำหนักแห้งของปม (กรัมต่อต้น)				ไอโซเลต	น้ำหนักแห้งของปม (กรัมต่อต้น)			
	บล็อค 1	บล็อค 2	บล็อค 3	ค่าเฉลี่ย		บล็อค 1	บล็อค 2	บล็อค 3	ค่าเฉลี่ย
SSN 54	0.10	0.11	0.12	0.11	SS 49	0.12	0.07	0.08	0.09
SSN 2	0.10	0.11	0.12	0.11	SSN 28	0.12	0.08	0.06	0.09
SSN 19	0.12	0.10	0.11	0.11	SS 67	0.08	0.08	0.09	0.08
SSN 45	0.12	0.11	0.10	0.11	SS 57	0.08	0.08	0.08	0.08
SSN 31	0.12	0.11	0.10	0.11	SSN 20	0.10	0.08	0.06	0.08
SSN 10	0.14	0.08	0.10	0.11	SS 66	0.08	0.08	0.08	0.08
SSN 59	0.10	0.14	0.08	0.11	SSN 43	0.07	0.08	0.08	0.08
SSN 1	0.11	0.10	0.10	0.10	SSN 29	0.08	0.08	0.07	0.08
SSN 50	0.14	0.07	0.10	0.10	SS 63	0.08	0.07	0.08	0.08
SSN 37	0.12	0.10	0.09	0.10	SSN 24	0.06	0.10	0.07	0.08
SSN 35	0.12	0.12	0.07	0.10	SS 44	0.06	0.09	0.08	0.08
SS 42	0.08	0.12	0.10	0.10	SSN 46	0.08	0.09	0.06	0.08
SSN 41	0.08	0.12	0.10	0.10	SS 69	0.06	0.07	0.08	0.07
SSN 48	0.13	0.08	0.09	0.10	SS 62	0.12	0.01	0.08	0.07
SSN 26	0.08	0.14	0.08	0.10	SS 50	0.08	0.04	0.07	0.06
SSN 59	0.12	0.10	0.08	0.10	SS 48	0.06	0.03	0.10	0.06
SS 52	0.10	0.08	0.11	0.10	SS 6	0.06	0.08	0.05	0.06
SSN 58	0.10	0.08	0.10	0.09	SS 10	0.07	0.06	0.06	0.06
SS 58	0.09	0.10	0.09	0.09	SS 13	0.06	0.06	0.06	0.06
SSN 22	0.10	0.10	0.08	0.09	SS 38	0.04	0.06	0.07	0.06
SSN 5	0.10	0.08	0.09	0.09	SSN 36	0.08	0.03	0.06	0.06
SS 39	0.10	0.09	0.08	0.09	SS 47	0.05	0.06	0.06	0.06

ไอโซเลต	น้ำหนักแห้งของปม (กรัมต่อต้น)			
	บล็อค 1	บล็อค 2	บล็อค 3	ค่าเฉลี่ย
SS 2	0.06	0.04	0.06	0.05
SS 65	0.05	0.03	0.07	0.05
SS 43	0.06	0.05	0.04	0.05
SS 8	0.06	0.04	0.04	0.05
SS 11	0.05	0.04	0.04	0.04
SS 15	0.05	0.04	0.04	0.04
SS 19	0.04	0.04	0.05	0.04
SS 17	0.04	0.04	0.05	0.04
SSN 33	0.04	0.04	0.04	0.04
SS 71	0.06	0.02	0.04	0.04
SS 16	0.04	0.03	0.04	0.04
SSN 40	0.03	0.02	0.04	0.03
SSN 34	0.04	0.02	0.03	0.03
SSN 9	0.04	0.02	0.03	0.03
SS 18	0.01	0.02	0.04	0.02
SSN 57	0.04	0.01	0.02	0.02
คอนโทรล 1*	0.0	0.0	0.0	0.0
คอนโทรล 2**	0.0	0.0	0.0	0.0

* ไม่มีแหล่งไนโตรเจนใน Leonard jars

** เติม 0.05 เปอร์เซนต์ KNO_3 ใน Leonard jars

ตารางที่ 9 ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลือง (*Glycine max*) สายพันธุ์ สจ.5 เรียงจากมากไปน้อย เลี้ยงใน Leonard jars โดยการเติม *B. japonicum* ไอโซเลตต่าง ๆ ที่แยกได้ ภาวะการเจริญได้แก่ ความเข้มแสง 83.7 $\mu E.m^{-2}.sec^{-1}$ ที่ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 38 วัน

ไอโซเลต	ปริมาณเอทิลีน(ไมโครโมล/ชั่วโมง)				ไอโซเลต	ปริมาณเอทิลีน(ไมโครโมล/ชั่วโมง)			
	บล็อค 1	บล็อค 2	บล็อค 3	ค่าเฉลี่ย		บล็อค 1	บล็อค 2	บล็อค 3	ค่าเฉลี่ย
SSN 12	4.71	5.54	6.37	5.54	SSN 23	3.04	2.81	2.58	2.81
SSN 17	6.40	4.56	5.48	5.48	SSN 21	3.32	2.80	2.27	2.80
SSN 8	5.44	3.48	4.46	4.46	SSN 42	2.79	2.12	3.40	2.77
SSN 15	4.38	4.46	4.53	4.46	SSN 1	3.04	2.33	2.52	2.63
SSN 51	4.67	4.22	4.44	4.44	SSN 19	2.20	2.63	3.06	2.63
SSN 3	3.51	4.24	4.98	4.24	SSN 31	3.04	2.60	2.16	2.60
SS 70	4.89	4.55	3.08	4.17	SSN 28	2.60	2.90	2.30	2.60
SSN 7	4.36	3.84	3.32	3.84	SSN 27	1.96	2.58	3.20	2.58
SSN 48	3.70	3.63	3.56	3.63	SSN 59	2.36	3.03	2.22	2.54
SSN 6	3.36	3.32	3.40	3.36	SSN 4	3.52	1.94	2.06	2.51
SSN 56	3.37	3.30	3.24	3.20	SSN 29	3.00	2.50	2.00	2.50
SSN 52	3.16	3.29	3.42	3.28	SSN 10	2.38	2.42	2.33	2.38
SSN 14	3.26	3.20	3.15	3.20	SSN 54	2.60	2.35	2.10	2.35
SSN 50	2.77	3.14	3.52	3.14	SSN 35	2.71	2.30	1.90	2.30
SSN 37	3.24	3.50	2.56	3.10	SS 17	2.24	1.92	1.57	2.24
SS 60	3.44	2.64	3.04	3.04	SSN 26	2.42	2.72	1.54	2.23
SSN 24	2.37	4.26	2.31	2.98	SSN 47	3.02	1.59	2.05	2.23
SSN 55	3.91	2.88	1.86	2.88	SSN 53	1.75	2.18	1.62	2.18

ไอโซเลต	ปริมาณเอทิลีน(ไมโครโมล/ชั่วโมง)				ไอโซเลต	ปริมาณเอทิลีน(ไมโครโมล/ชั่วโมง)			
	บล็อค 1	บล็อค 2	บล็อค 3	ค่าเฉลี่ย		บล็อค 1	บล็อค 2	บล็อค 3	ค่าเฉลี่ย
SS 56	2.32	2.04	2.18	2.18	SS 71	1.70	0.96	1.33	1.33
SSN 45	2.60	2.05	1.50	2.05	SSN 32	1.60	0.84	1.32	1.32
SSN 34	1.93	1.39	2.78	2.03	SS 41	1.26	1.00	1.52	1.26
SSN 20	2.37	2.43	1.69	2.03	SSN 36	1.82	0.70	1.26	1.26
SS 45	1.75	1.74	2.50	2.00	SS 57	1.50	0.84	1.18	1.17
SS 38	1.94	2.39	1.50	1.94	SS 2	1.51	0.90	0.91	1.11
SS 8	2.08	1.77	1.92	1.92	SS 65	1.08	0.68	1.48	1.08
SSN 60	1.06	2.44	2.08	1.86	SS 63	1.04	0.70	1.37	1.04
SS 43	1.64	1.78	1.92	1.78	SS 67	1.43	0.59	1.01	1.01
SS 52	1.87	1.78	1.88	1.78	SS 53	1.36	0.63	1.00	1.00
SSN 41	1.31	1.90	2.04	1.75	SS 64	0.97	0.97	0.96	0.97
SSN 25	1.58	1.72	1.86	1.72	SS 47	1.02	0.70	1.16	0.96
SSN 11	1.04	1.83	2.25	1.71	SSN 58	0.94	0.94	0.94	0.94
SSN 18	1.91	1.62	1.32	1.62	SS 19	0.88	0.81	1.04	0.91
SS 58	1.94	1.22	1.58	1.58	SS 6	1.10	0.90	0.70	0.90
SSN 43	1.49	1.55	1.61	1.55	SSN 22	0.82	0.90	0.98	0.90
SS 54	1.95	1.54	1.14	1.54	SS 48	0.84	0.88	0.92	0.88
SS 40	1.32	1.10	1.97	1.46	SS 13	0.52	0.87	1.22	0.87
SS 66	1.64	1.39	1.14	1.39	SS 59	0.83	0.44	1.22	0.83
SSN 44	1.84	1.37	0.90	1.37	SS 44	0.92	0.64	0.78	0.78
SS 39	1.35	0.84	1.86	1.35	SSN 46	0.77	0.56	0.98	0.77
SSN 5	1.22	1.46	1.34	1.34	SS 10	1.02	0.46	0.74	0.74

ไอโซเลต	ปริมาณเอทิลีน(ไมโครโมล/ชั่วโมง)			
	บล็อค 1	บล็อค 2	บล็อค 3	ค่าเฉลี่ย
SS 50	0.85	0.76	0.60	0.74
SS 42	0.93	0.72	0.50	0.72
SSN 38	0.71	0.34	1.08	0.71
SSN 9	1.03	0.36	0.70	0.70
SSN 33	0.57	0.51	0.93	0.67
SS 69	0.76	0.50	0.73	0.66
SSN 57	0.94	0.34	0.64	0.64
SS 16	0.94	0.33	0.64	0.64
SSN 40	0.60	0.41	0.80	0.60
SS 46	0.97	0.20	0.58	0.58
SS 49	0.50	0.45	0.56	0.50
SS 18	0.36	0.46	0.56	0.46
SS 62	0.42	0.42	0.41	0.42
SS 15	0.42	0.54	0.26	0.39
SS 11	0.46	0.32	0.39	0.39
SSN 2	0.36	0.37	0.36	0.36
คอนโทรล 1*	0.00	0.01	0.01	0.01
คอนโทรล 2**	0.01	0.03	0.01	0.02

* ไม่มีแหล่งไนโตรเจนใน Leonard jars

** เติม 0.05 เปอร์เซนต์ KNO_3 ใน Leonard jars

ตารางที่ 10 Specific Nitrogenase activity ของถั่วเหลือง(*Glycine max*) สายพันธุ์ สจ.5 (ไมโครโมล/ชั่วโมง/กรัมของน้ำหนักปมแห้ง) เรียงจากมากไปน้อยเลี้ยงใน Leonard jars โดยการเติม *B.japonicum*ไอโซเลตต่างๆ ที่แยกได้ ภาวะการเจริญได้แก่ ความเข้มแสง 83.7 $\mu E.m^{-2}.sec^{-1}$ที่ 28 °ซ เป็นเวลา 38 วัน

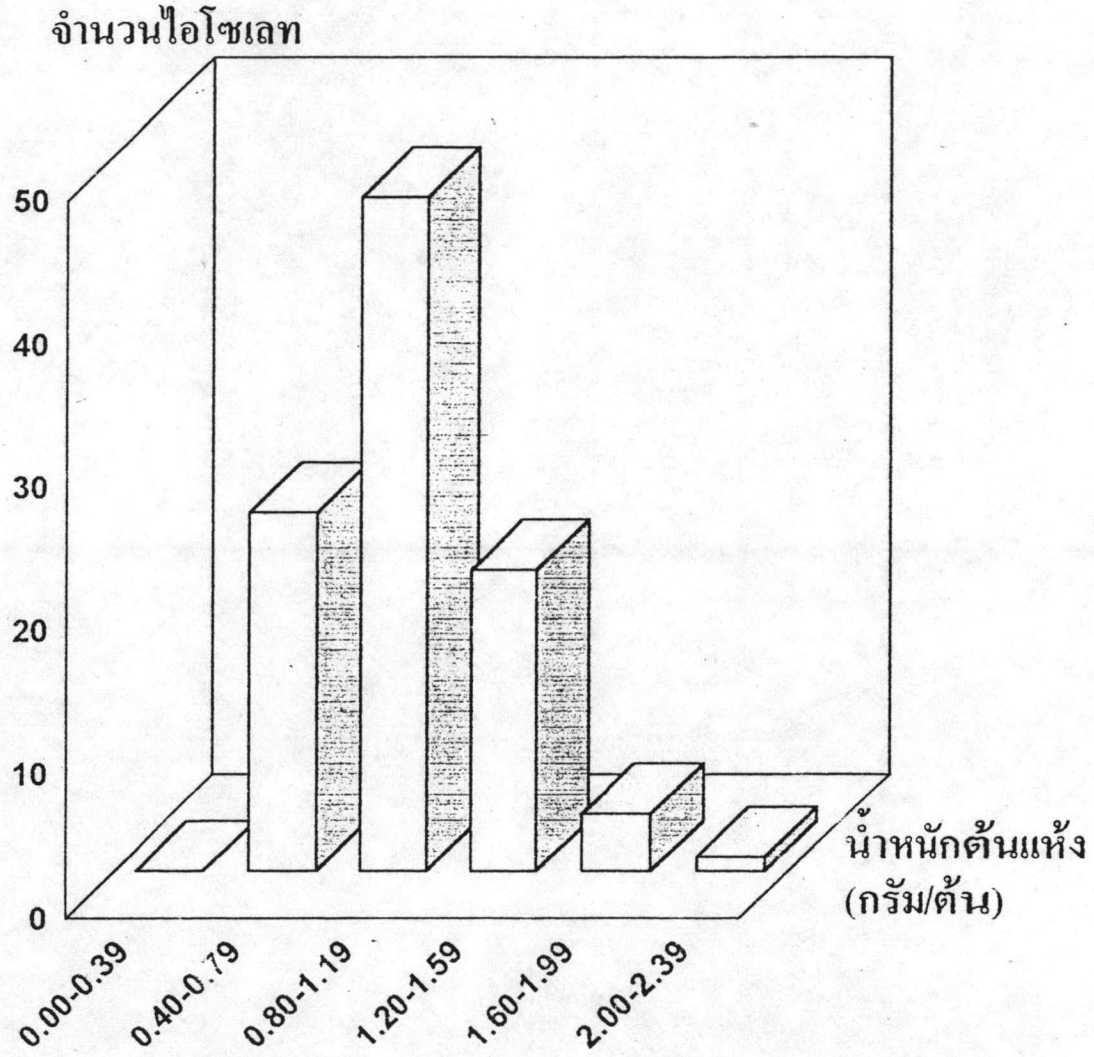
ไอโซเลต	Specific Nitrogenase Activity				ไอโซเลต	Specific Nitrogenase Activity			
	บล็อค 1	บล็อค 2	บล็อค 3	ค่าเฉลี่ย		บล็อค 1	บล็อค 2	บล็อค 3	ค่าเฉลี่ย
SSN 28	52.08	36.12	38.17	42.12	SSN 57	23.50	33.00	24.50	27.00
SS 17	27.25	47.75	51.20	42.07	SSN 20	23.70	25.85	28.00	25.85
SSN 34	48.25	41.44	34.62	41.44	SS 64	27.07	24.00	25.54	25.54
SS 8	34.67	44.00	39.34	39.34	SSN 1	27.64	23.20	25.10	25.31
SSN 24	39.50	42.50	32.86	38.29	SS 47	20.40	34.50	19.17	24.69
SS 18	36.00	36.62	36.31	36.31	SSN 51	25.94	23.39	24.66	24.66
SS 71	28.33	47.50	29.78	35.20	SSN 55	21.72	27.46	24.59	24.59
SSN 29	37.50	32.96	28.43	32.96	SSN 23	25.33	24.34	23.36	24.34
SSN 10	45.43	30.12	23.20	32.92	SSN 59	23.60	21.57	27.62	24.26
SS 39	29.70	41.50	23.12	31.44	SS 43	27.33	20.50	23.92	23.92
SSN 3	39.00	21.50	33.13	31.21	SS 13	17.33	33.83	20.33	23.83
SS 56	25.78	22.55	43.53	30.62	SSN 47	30.20	23.60	17.00	23.60
SSN 38	27.20	33.00	30.10	30.10	SSN 48	28.46	18.62	23.54	23.54
SSN 37	26.92	34.90	28.33	30.05	SSN 26	30.12	19.36	19.12	22.87
SS 70	25.74	37.83	25.58	29.72	SSN 36	22.75	23.00	22.65	22.80
SSN 35	22.58	34.33	27.00	27.97	SSN 31	25.33	21.50	21.50	22.78
SS 19	22.00	40.00	20.60	27.53	SSN 54	26.00	24.25	17.42	22.56
SSN 32	22.86	27.67	31.42	27.32	SS 67	17.88	19.33	30.11	22.44

ไอโซเลต	Specific Nitrogenase Activity				ไอโซเลต	Specific Nitrogenase Activity			
	บล็อค 1	บล็อค 2	บล็อค 3	ค่าเฉลี่ย		บล็อค 1	บล็อค 2	บล็อค 3	ค่าเฉลี่ย
SSN 43	21.28	24.50	20.00	21.93	SS 45	12.50	21.62	17.78	17.30
SS 10	14.57	22.50	28.67	21.91	SSN 6	12.60	16.55	22.60	17.25
SS 65	21.66	22.33	21.00	21.66	SS 16	23.50	10.67	17.08	17.08
SSN 14	23.28	17.62	22.43	21.11	SS 38	14.75	14.88	21.28	16.97
SSN 56	18.72	20.90	23.07	20.90	SSN 17	16.88	22.75	11.00	16.88
SS 2	25.17	22.25	15.00	20.81	SS 52	16.70	16.85	17.00	16.85
SSN 60	21.20	18.69	20.70	20.20	SS 58	21.56	12.12	16.83	16.83
SS 60	20.24	18.78	21.50	20.17	SSN 58	21.80	11.62	16.71	16.71
SSN 12	21.41	14.39	24.46	20.09	SSN 50	19.78	15.57	14.62	16.66
SSN 15	20.86	13.00	25.11	19.66	SSN 44	13.14	21.83	14.83	16.60
SS 6	18.33	26.38	13.80	19.50	SSN 33	14.25	12.50	23.00	16.58
SSN 9	25.75	17.50	15.08	19.44	SS 53	11.33	20.67	16.21	16.07
SSN 40	18.43	20.00	19.75	19.39	SSN 5	12.20	18.12	17.00	15.77
SSN 27	24.50	14.50	18.76	19.25	SS 41	17.50	16.50	12.58	15.53
SSN 53	17.50	25.29	14.50	19.10	SSN 19	18.33	13.40	12.71	14.81
SS 62	16.17	21.00	18.58	18.58	SS 57	18.75	10.38	14.62	14.58
SSN 45	21.67	18.28	14.90	18.28	SSN 41	16.38	15.75	11.28	14.47
SSN 42	19.93	17.57	16.95	18.15	SS 54	13.93	18.00	11.30	14.41
SS 59	23.00	14.33	15.12	17.48	SSN 4	17.60	10.16	12.81	13.52
SSN 52	19.75	12.67	20.00	17.47	SS 63	13.67	9.86	17.00	13.51
SSN 7	19.82	17.50	15.04	17.45	SS 11	9.20	12.98	16.75	12.98
SS 66	20.50	17.31	14.12	17.31	SS 42	11.62	14.50	12.25	12.79

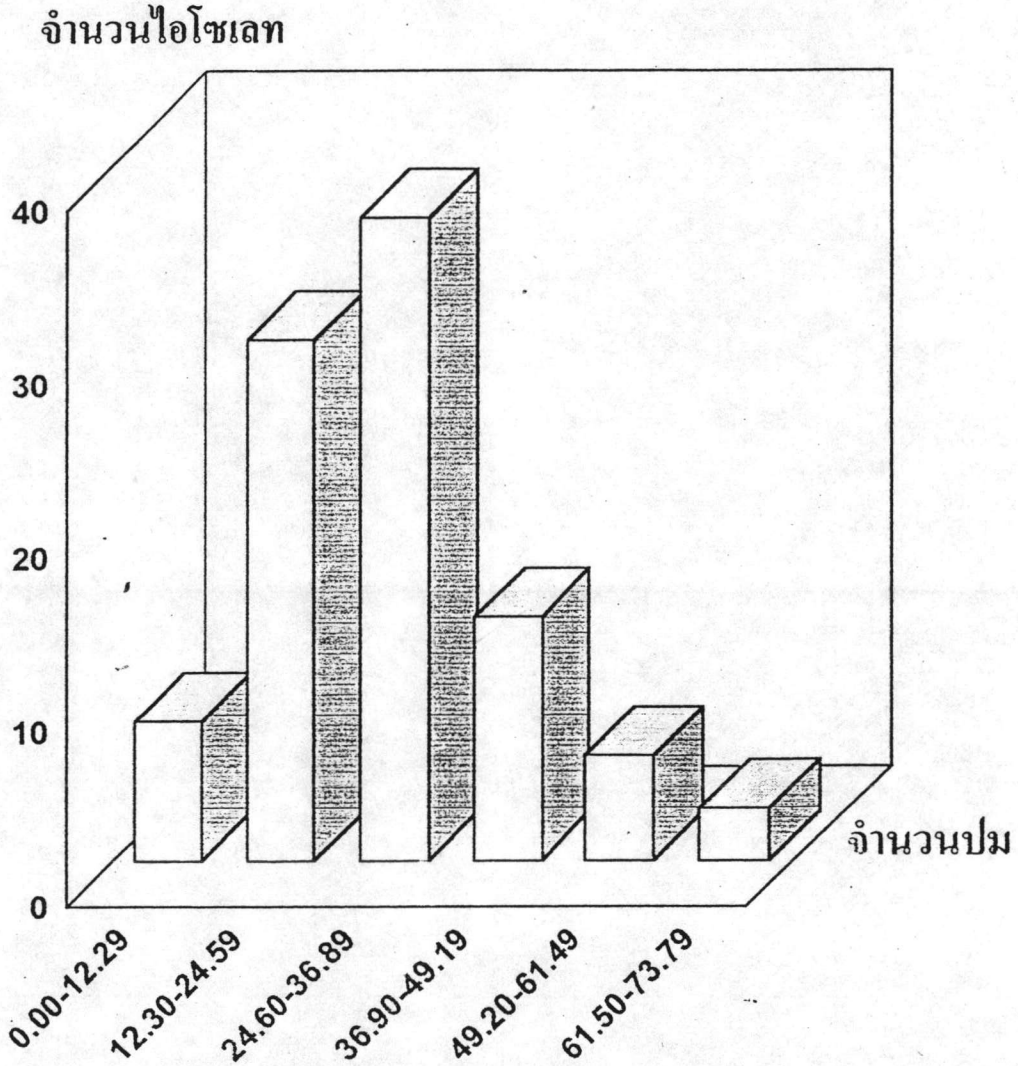
ไอโซเลต	Specific Nitrogenase Activity			
	บล็อค 1	บล็อค 2	บล็อค 3	ค่าเฉลี่ย
SS 69	12.67	16.33	9.00	12.67
SSN 25	9.75	12.00	15.42	12.39
SSN 2	3.60	11.18	18.75	11.18
SS 48	14.00	10.33	9.10	11.14
SS 15	8.40	12.25	12.50	11.05
SS 40	11.00	7.27	14.00	10.76
SS 46	7.46	9.50	14.94	10.63
SSN 22	8.20	10.16	12.12	10.16
SSN 8	9.46	10.20	8.71	9.46
SSN 11	6.50	9.14	11.79	9.14
SS 44	8.66	7.00	10.33	8.66
SSN 46	10.47	6.11	8.29	8.29
SSN 18	7.35	11.50	5.95	8.27
SS 50	10.62	7.66	4.71	7.66
SSN 21	7.60	6.50	8.69	7.60
SS 49	6.58	6.28	6.88	6.58
คอนโทรล 1*	0.01	0.00	0.00	0.01
คอนโทรล 2**	0.00	0.00	0.00	0.00

* ไม่มีแหล่งไนโตรเจนใน Leonard jars

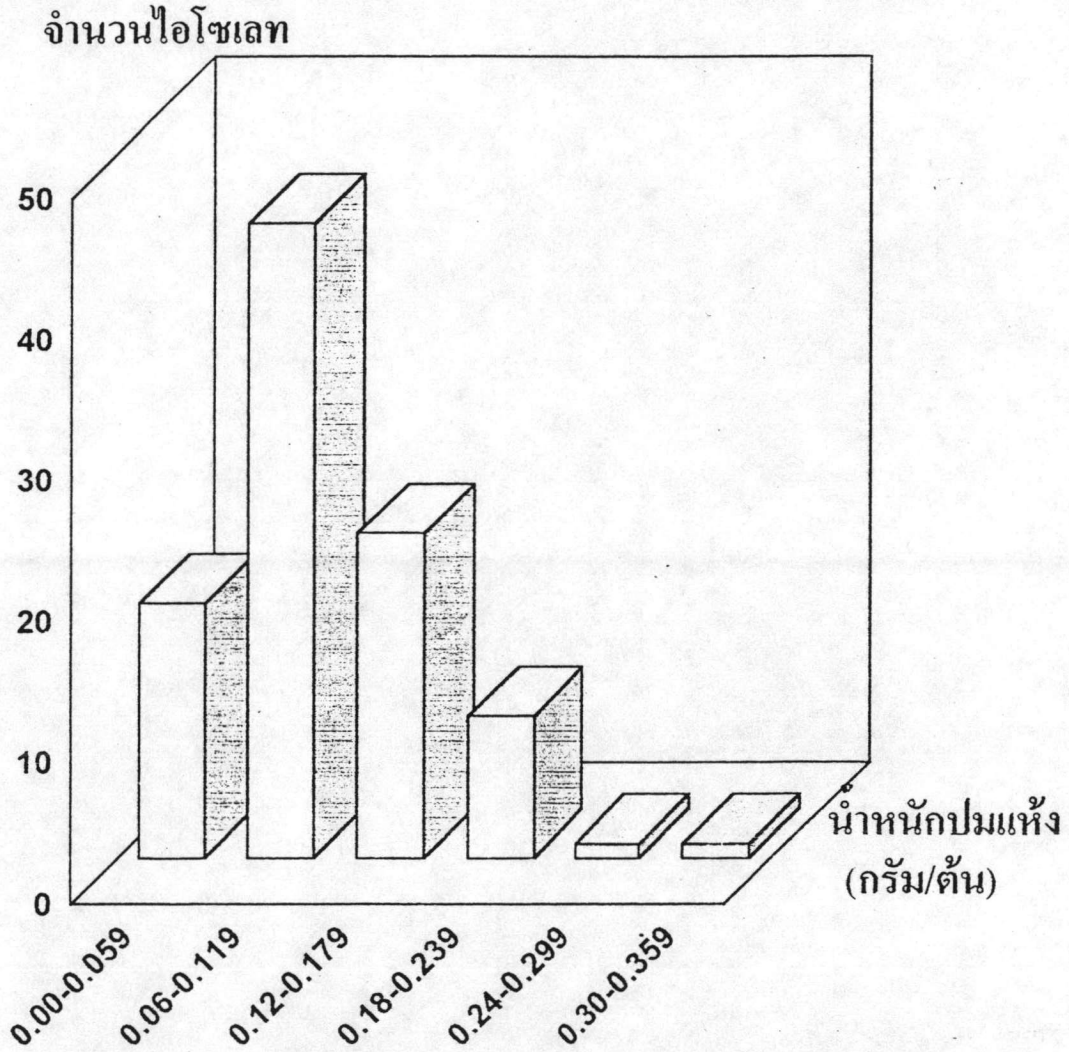
** เติม 0.05 เปอร์เซนต์ KNO_3 ใน Leonard jars



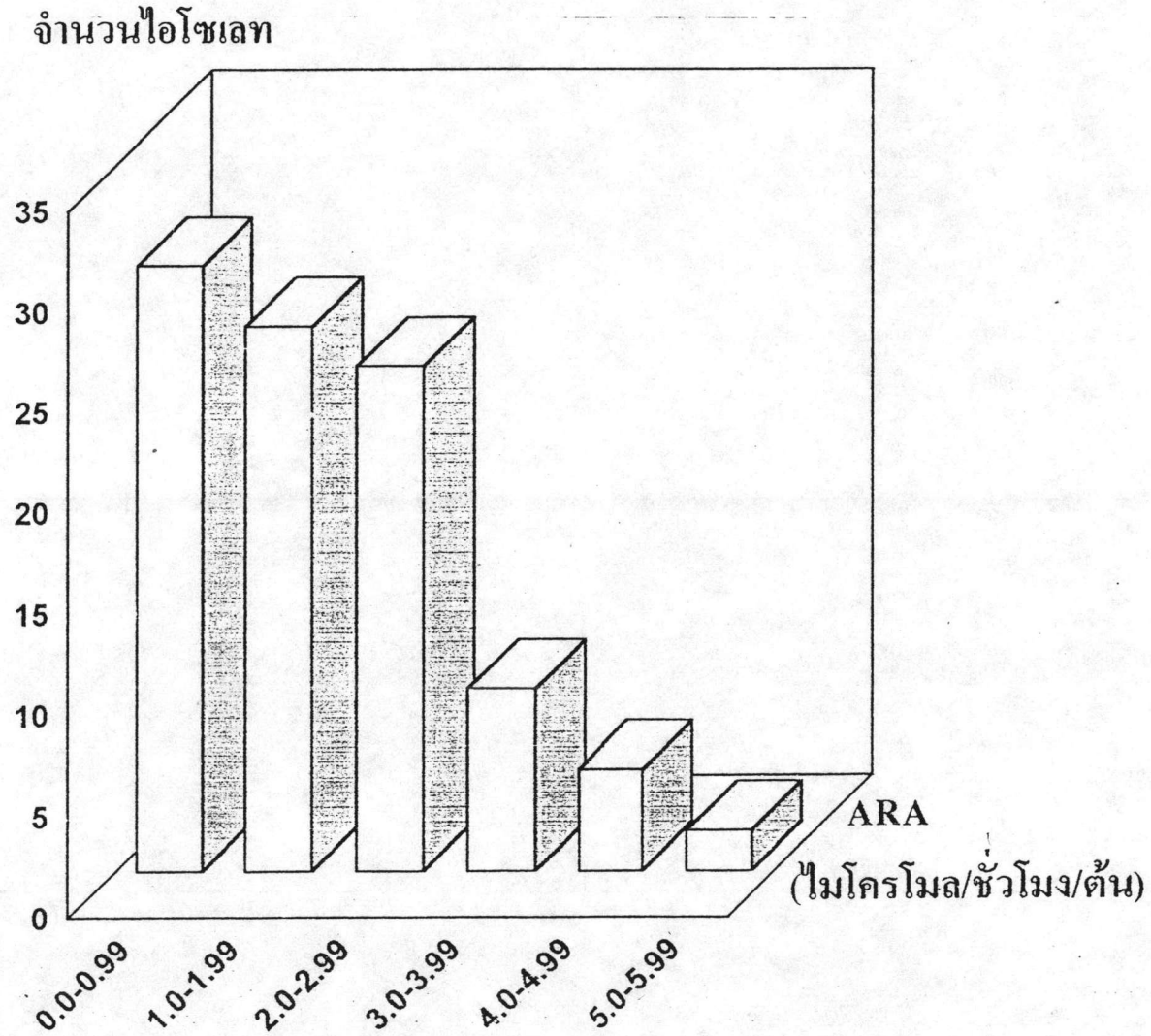
รูปที่ 5 แสดงกราฟสี่เหลี่ยม ความถี่ของการให้น้ำหนักต้นแห้งของ *B.japonicum* จำนวน 96 ไอโซเลต



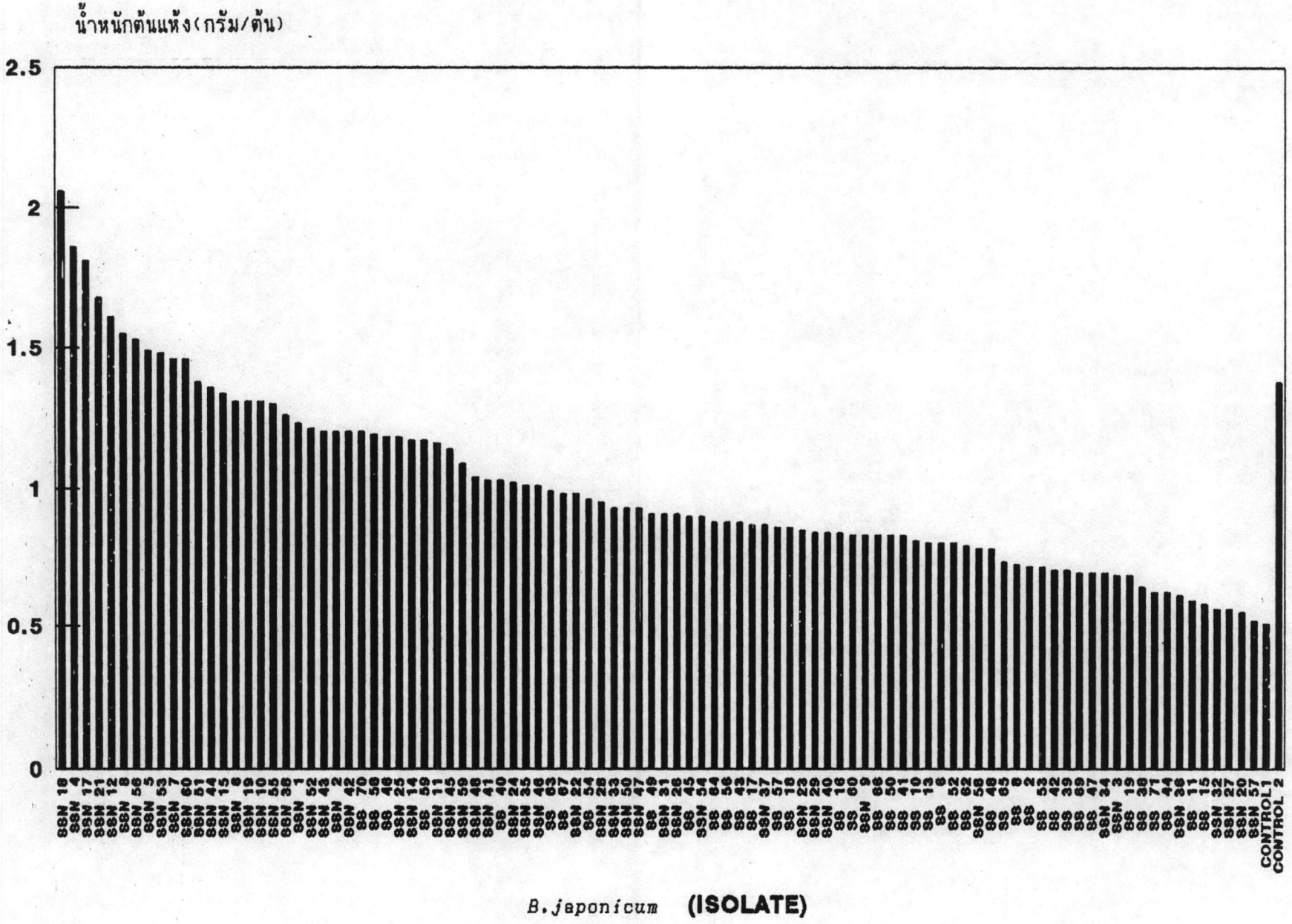
รูปที่ 6 แสดงกราฟสี่เหลี่ยม ความถี่ของการให้จำนวนปมของ *B.japonicum* จำนวน 96 ไอโซเลต



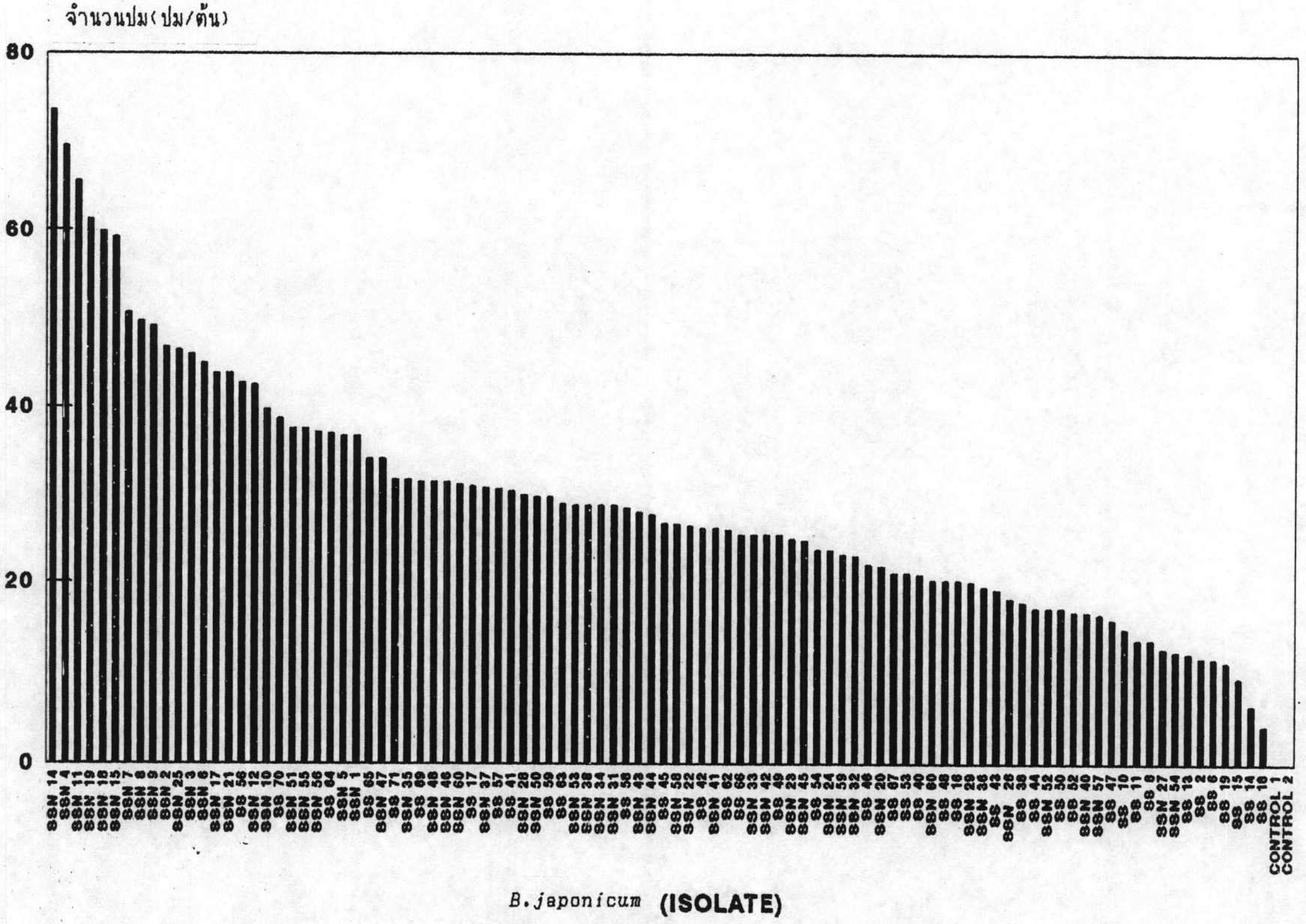
รูปที่ 7 แสดงกราฟสี่เหลี่ยม ความถี่ของการให้น้ำหนักปมแห้งของ *B.japonicum* จำนวน 96 ไอโซเลต



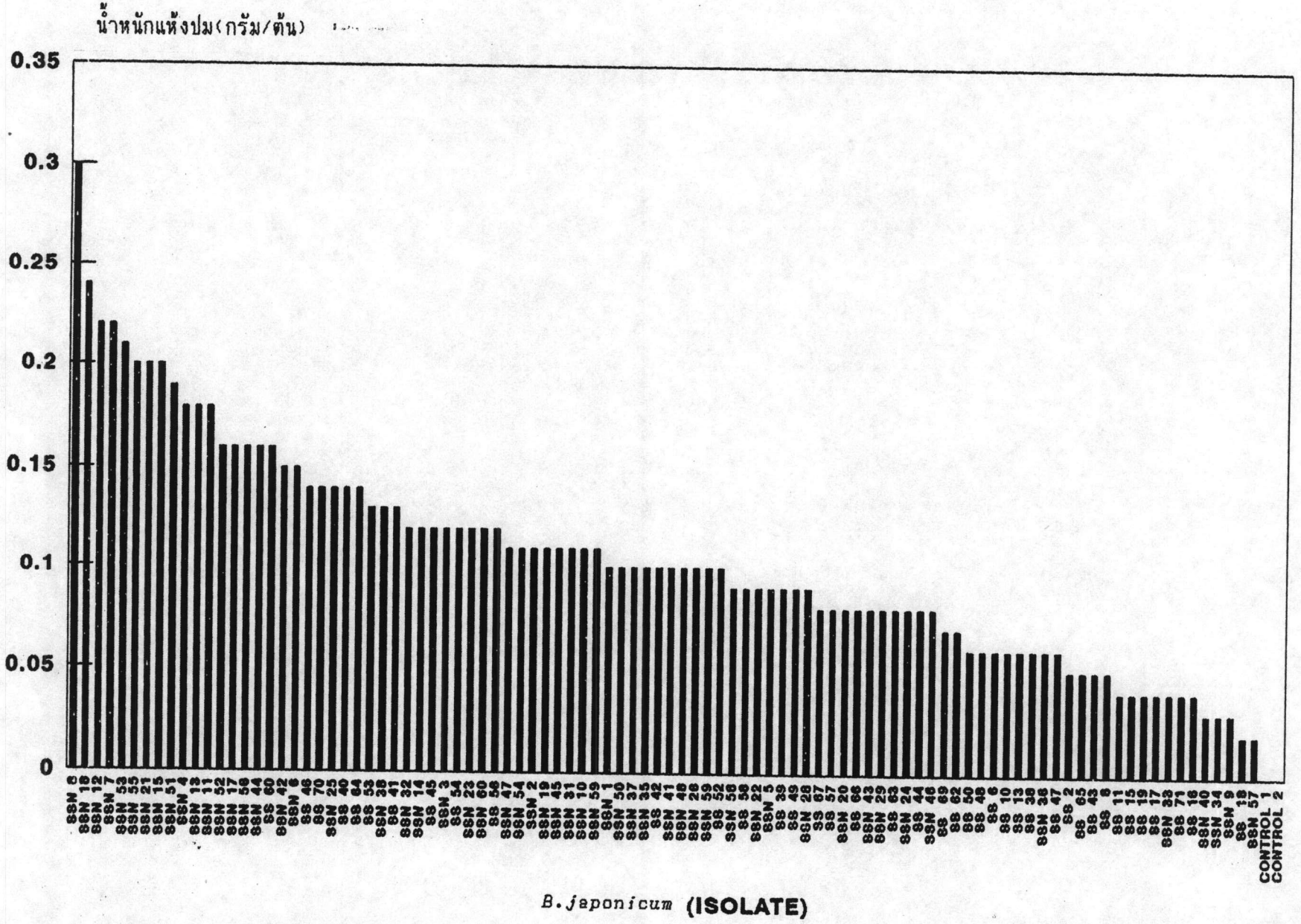
รูปที่ 8 แสดงกราฟสี่เหลี่ยม ความถี่ของ ARA ของ *B.japonicum* จำนวน 96 ไอโซเลต



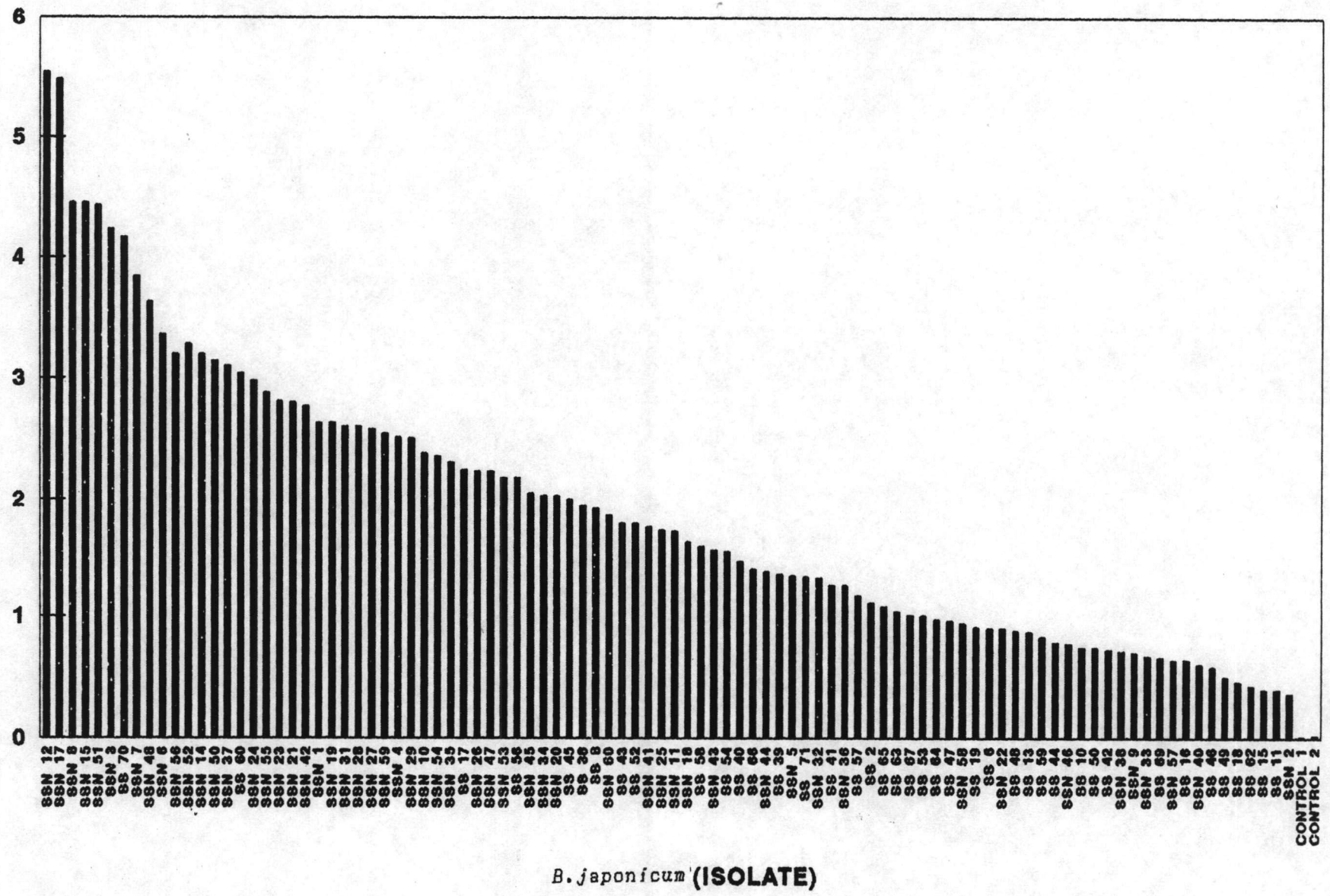
รูปที่ 9 แสดงกราฟสี่เหลี่ยมการให้น้ำหนักต้นแห้งของ *B. japonicum* จำนวน 96 ไอโซเลต เรียงจากมากไปน้อย โดยวิธี DMRT .



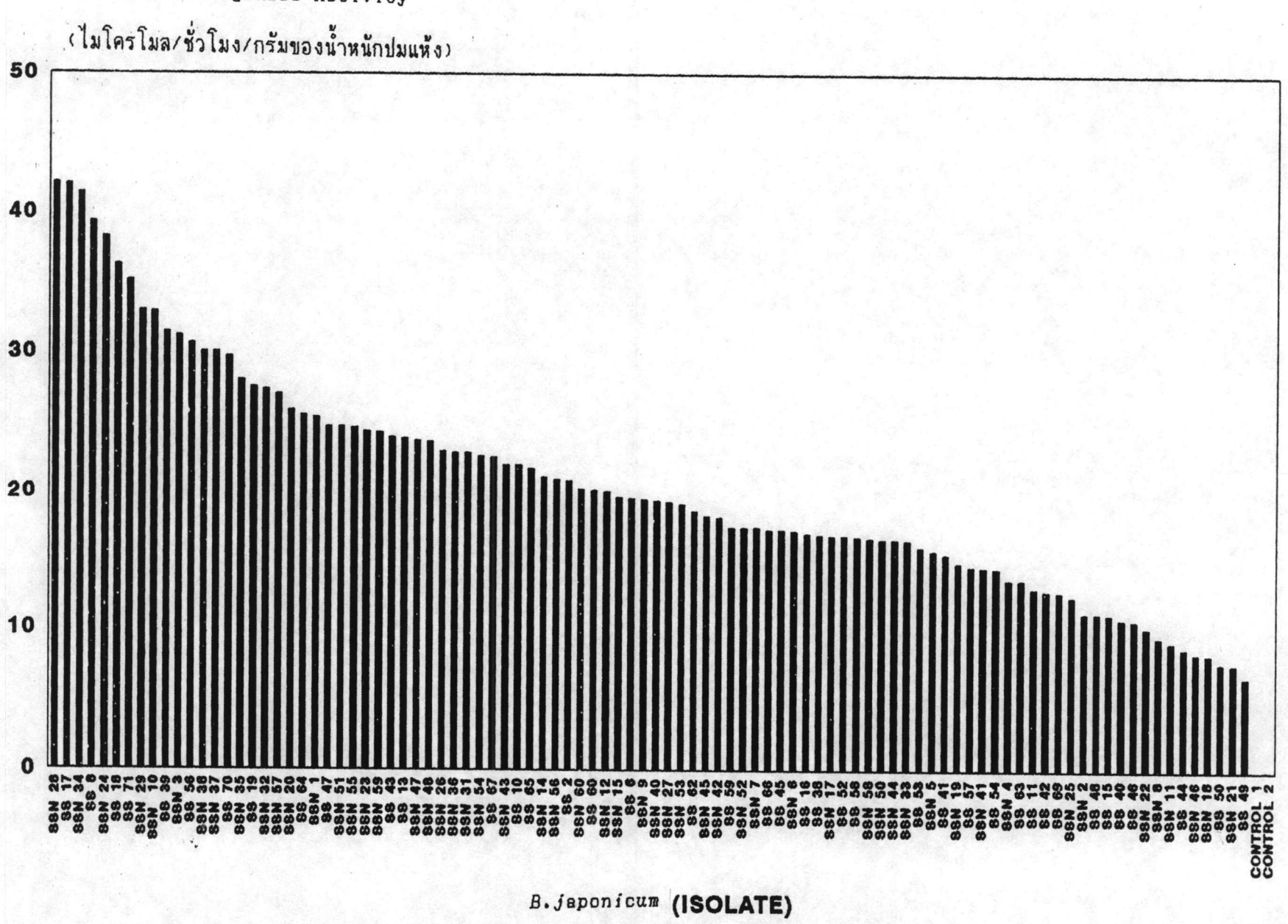
รูปที่ 10 แสดงกราฟสี่เหลี่ยมการให้จำนวนปมของ *B. japonicum* จำนวน 96 ไอโซเลต เรียงจากมากไปน้อย โดยวิธี DMRT



รูปที่ 11 แสดงกราฟสี่เหลี่ยมการให้น้ำหนักปมแห้งของ *B. japonicum* จำนวน 96 ไอโซเลต เรียงจากมากไปน้อย โดยวิธี DMRT



รูปที่ 12 แสดงกราฟสี่เหลี่ยมการให้ ARA ของ *B. japonicum* จำนวน 96 ไอโซเลต เรียงจากมากไปน้อย โดยวิธี DMRT



รูปที่ 13 แสดงกราฟสี่เหลี่ยม Specific Nitrogenase Activity ของ *B.japonicum* จำนวน 96 ไอโซเลต เรียงจากมากไปน้อย โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของส่วนลำต้นถั่วเหลือง โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปสำหรับวิเคราะห์ analysis of variance

Source	DF	Sum of squares	Mean square	F Value (calculated)	F Value (Tabular 99th Percentile Value)
Treatment	97	29.96491156	0.30891661	7.82**	1.32
Error	196	7.74446667	0.03951259		
Total	293	37.70937823			

CV = 19.9เปอร์เซ็นต์

** = significant at 1% level

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยจำนวนปมบริเวณรากถั่วเหลือง โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปสำหรับวิเคราะห์ analysis of variance

Source	DF	Sum of squares	Mean square	F Value (calculated)	F Value (Tabular 99th Percentile Value)
Treatment	95	52523.99653	552.88417	11.65**	1.32
Error	192	9111.33333	47.45486		
Total	287	61635.32986			

CV = 23.2เปอร์เซ็นต์

** = significant at 1% level

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของปมบริเวณรากถั่วเหลือง โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปสำหรับวิเคราะห์ analysis of variance

Source	DF	Sum of squares	Mean square	F Value (calculated)	F Value (Tabular 99th Percentile Value)
Treatment	95	0.80339861	0.00845683	16.35**	1.32
Error	192	0.09933333	0.00051736		
Total	287	0.90273194			

CV = 21.6เปอร์เซ็นต์

** = significant at 1% level

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย ARA จากปมรากถั่วเหลือง โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปสำหรับวิเคราะห์ analysis of variance

Source	DF	Sum of squares	Mean square	F Value (calculated)	F Value (Tabular 99th Percentile Value)
Treatment	97	419.8690667	4.3285471	23.78**	1.32
Error	196	35.6702667	0.1819912		
Total	293	455.5393333			

CV = 23.0เปอร์เซ็นต์

** = significant at 1% level

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย Specific Nitrogenase Acttivityจากปมรากถั่วเหลือง โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปสำหรับวิเคราะห์ analysis of variance

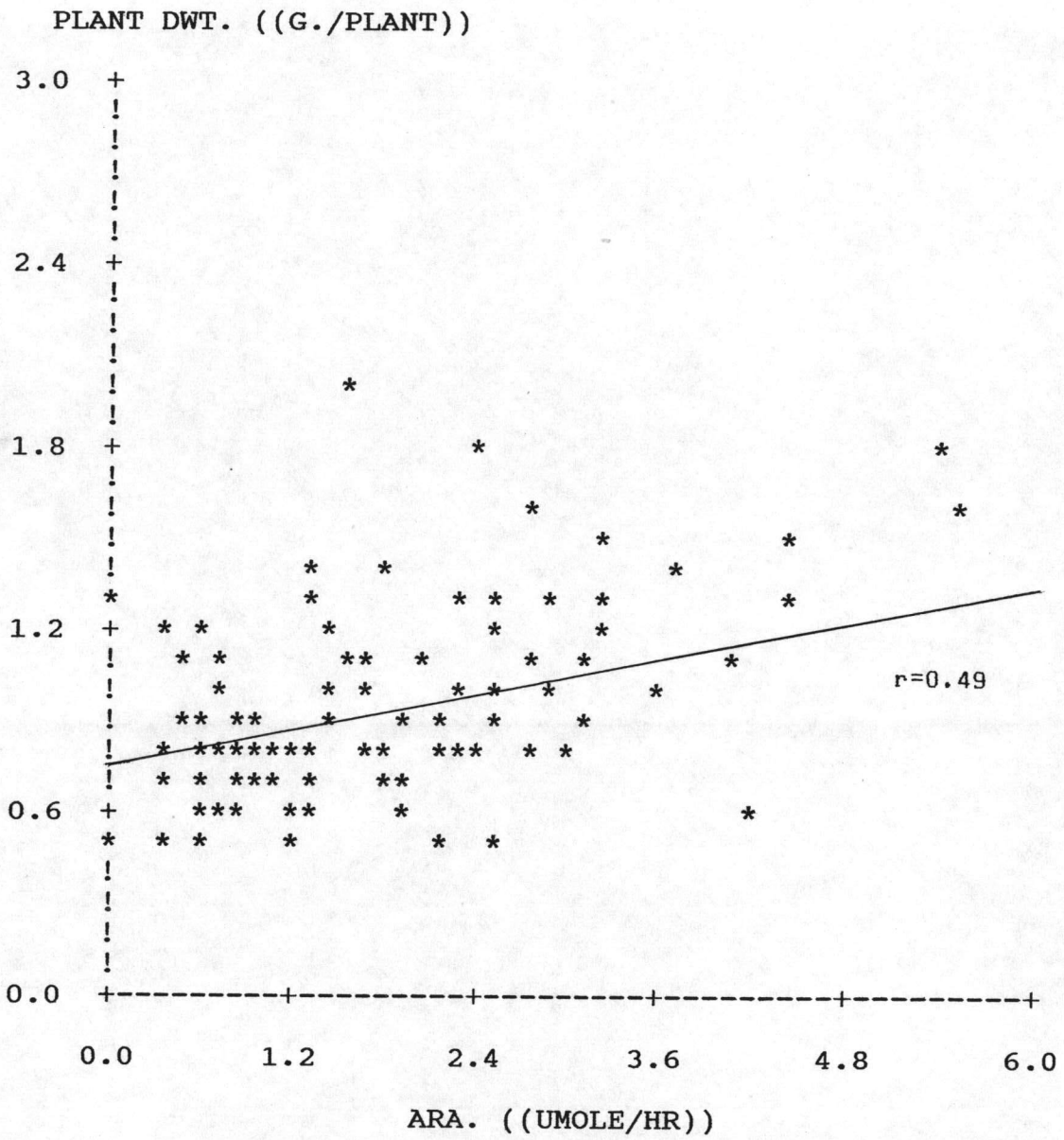
Source	DF	Sum of squares	Mean square	F Value (calculated)	F Value (Tabular 99th Percentile Value)
Treatment	96	20379.86010	212.29021	8.46	1.32
Error	194	4870.48487	25.10559		
Total	290	25250.34496			

CV = 24.7เปอร์เซ็นต์

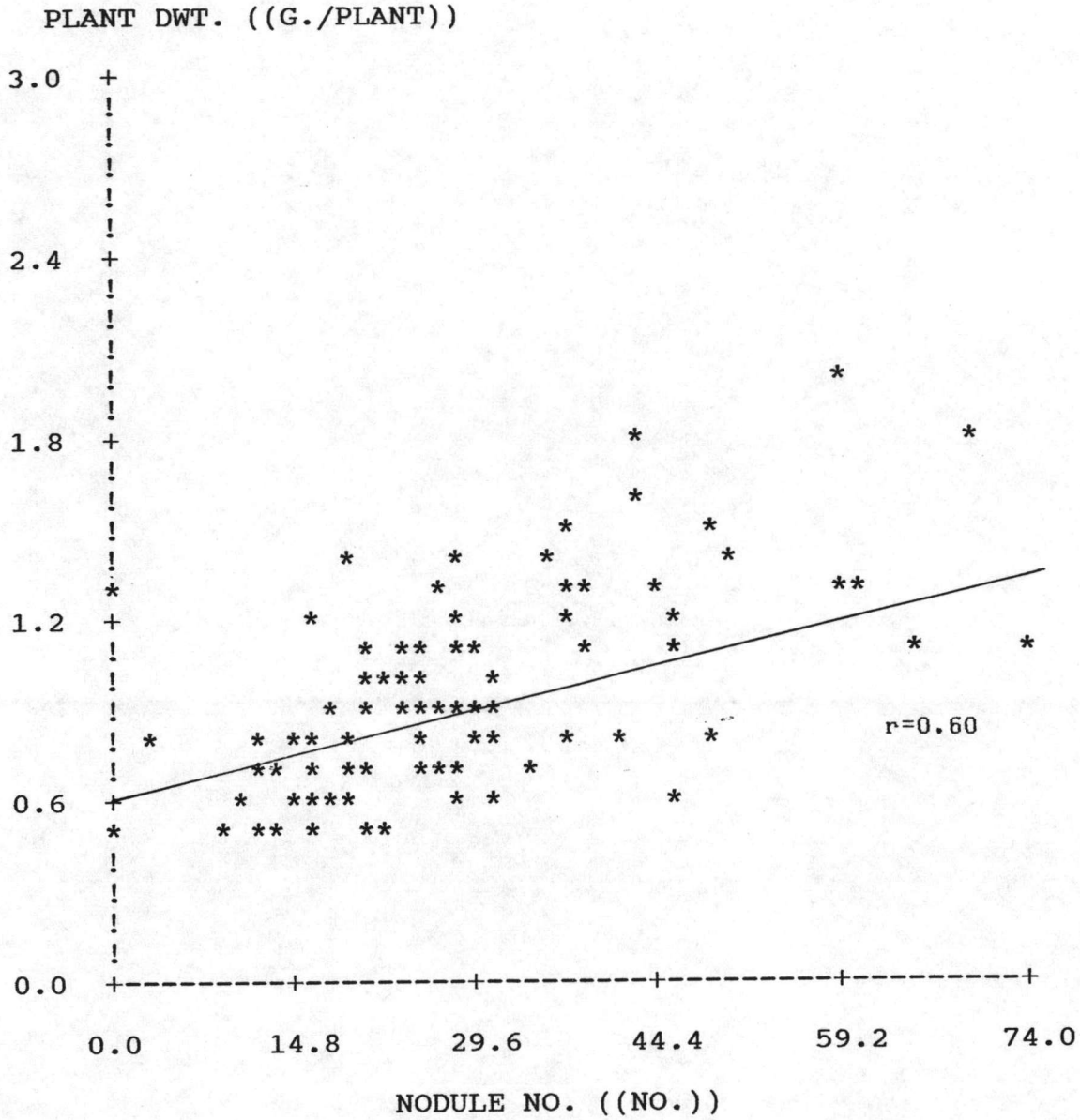
** = significant at 1% level

ตารางที่16 การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของน้ำหนักแห้งของต้น จำนวนปม น้ำหนักแห้งของปม และอัตราการตรึงไนโตรเจน ความสัมพันธ์ของจำนวนปมกับน้ำหนักแห้งปมและอัตราการตรึงไนโตรเจนและความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งปมกับอัตราการตรึงไนโตรเจนของเชื้อ *B. japonicum* ที่แยกจากต้นถั่วที่ปลูกในเขตอำเภอ สวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย และที่แยกจากดินในจังหวัดนครนายก

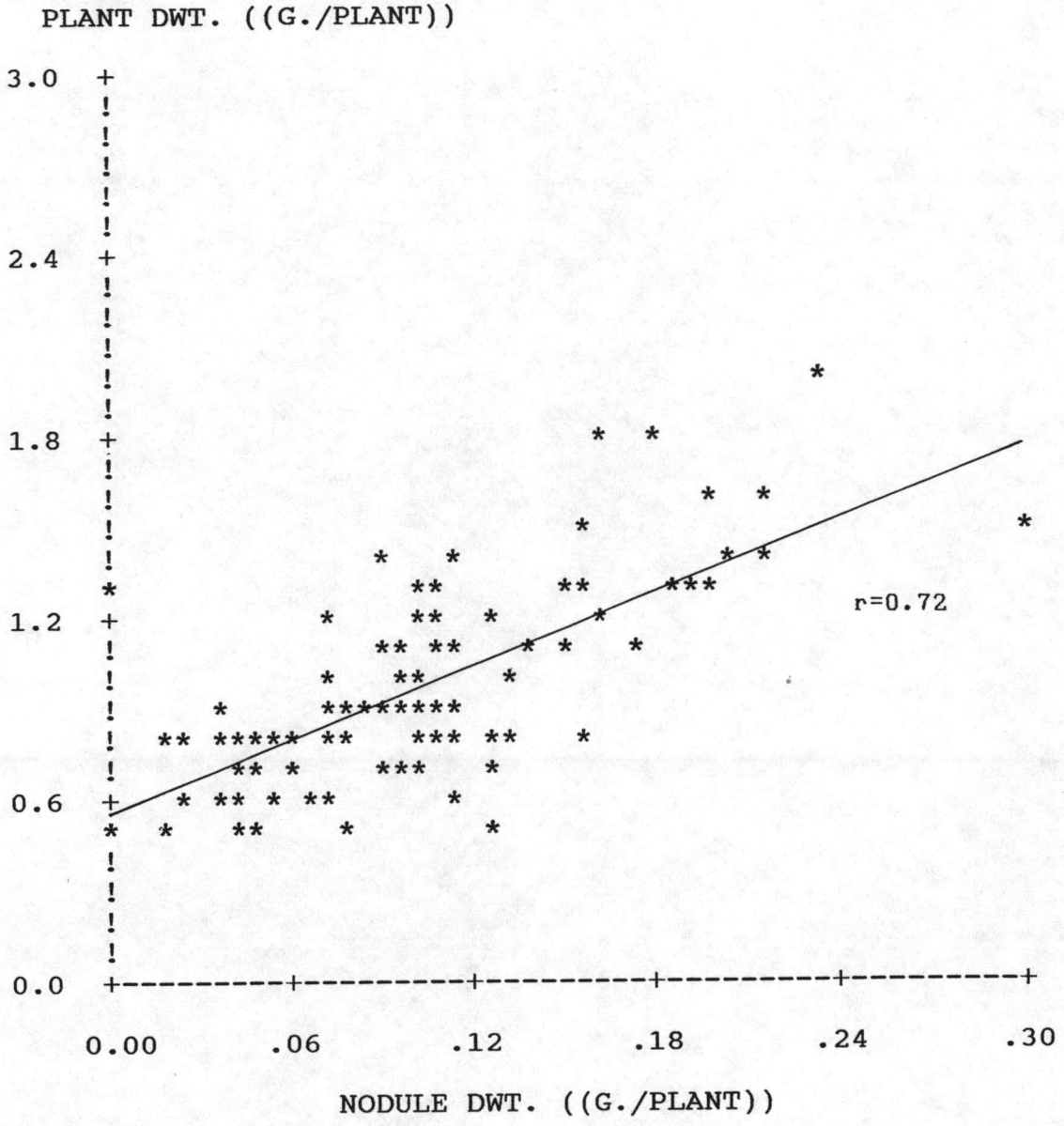
Y X	น้ำหนักต้นแห้ง (กรัม)	จำนวนปม (ปม)	น้ำหนักแห้งปม (กรัม)	อัตราการตรึงไนโตรเจน (ไมโครโมลต่อชั่วโมง)
น้ำหนักต้นแห้ง (กรัม)	1.00	0.60	0.72	0.49
จำนวนปม (ปม)	0.60	1.00	0.63	0.50
น้ำหนักแห้งปม (กรัม)	0.72	0.63	1.00	0.63
อัตราการตรึงไนโตรเจน (ไมโครโมลต่อชั่วโมง)	0.49	0.50	0.63	1.00



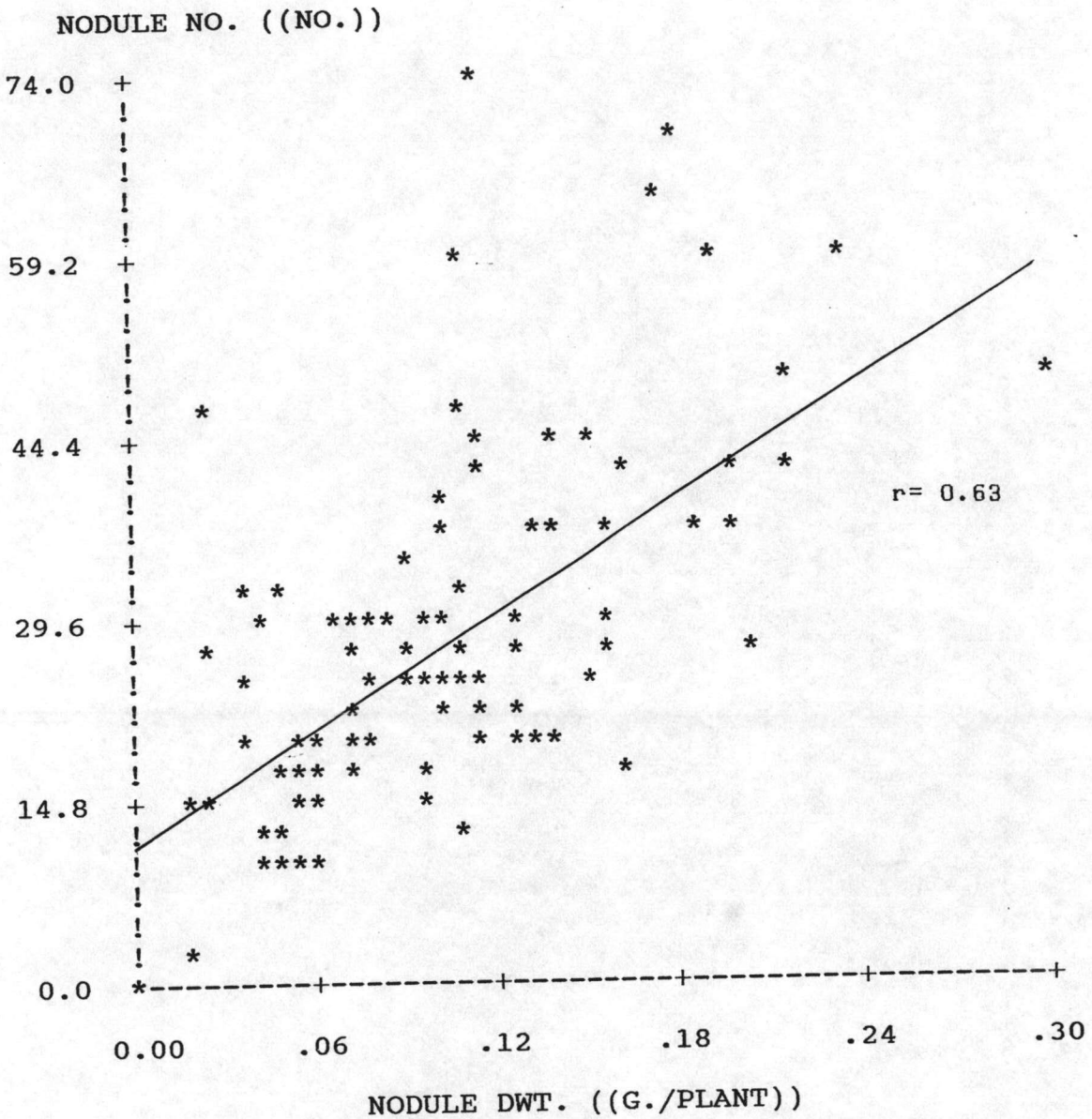
รูปที่ 14 แสดงกราฟเส้นความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักต้นแห้งกับ ARA ของ *B. japonicum* จำนวน 96 ไอโซเลต



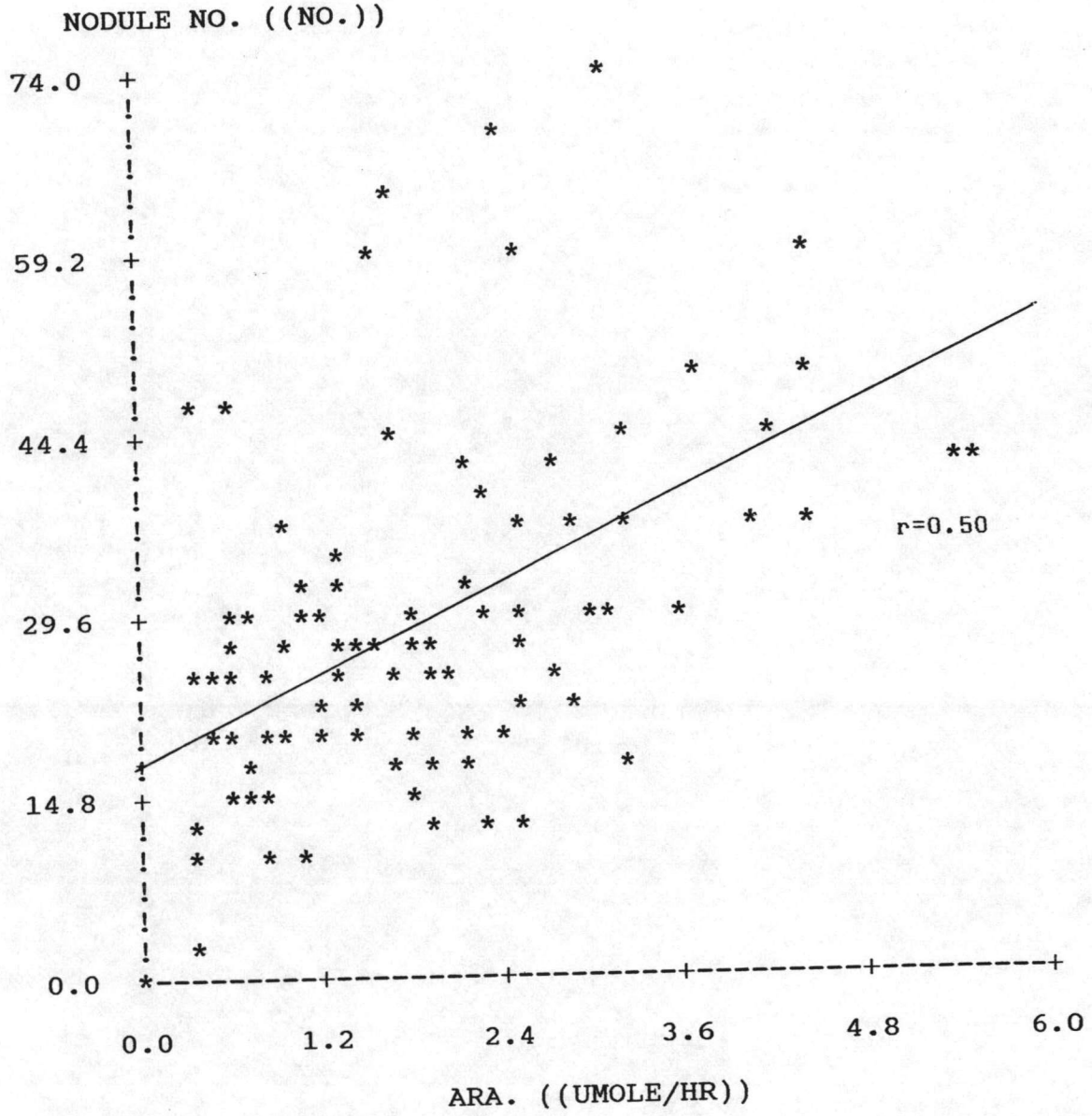
รูปที่ 15 แสดงกราฟเส้นความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักต้นแห้งกับ จำนวนปม ของ *B. japonicum* จำนวน 96 ไอโซเลต



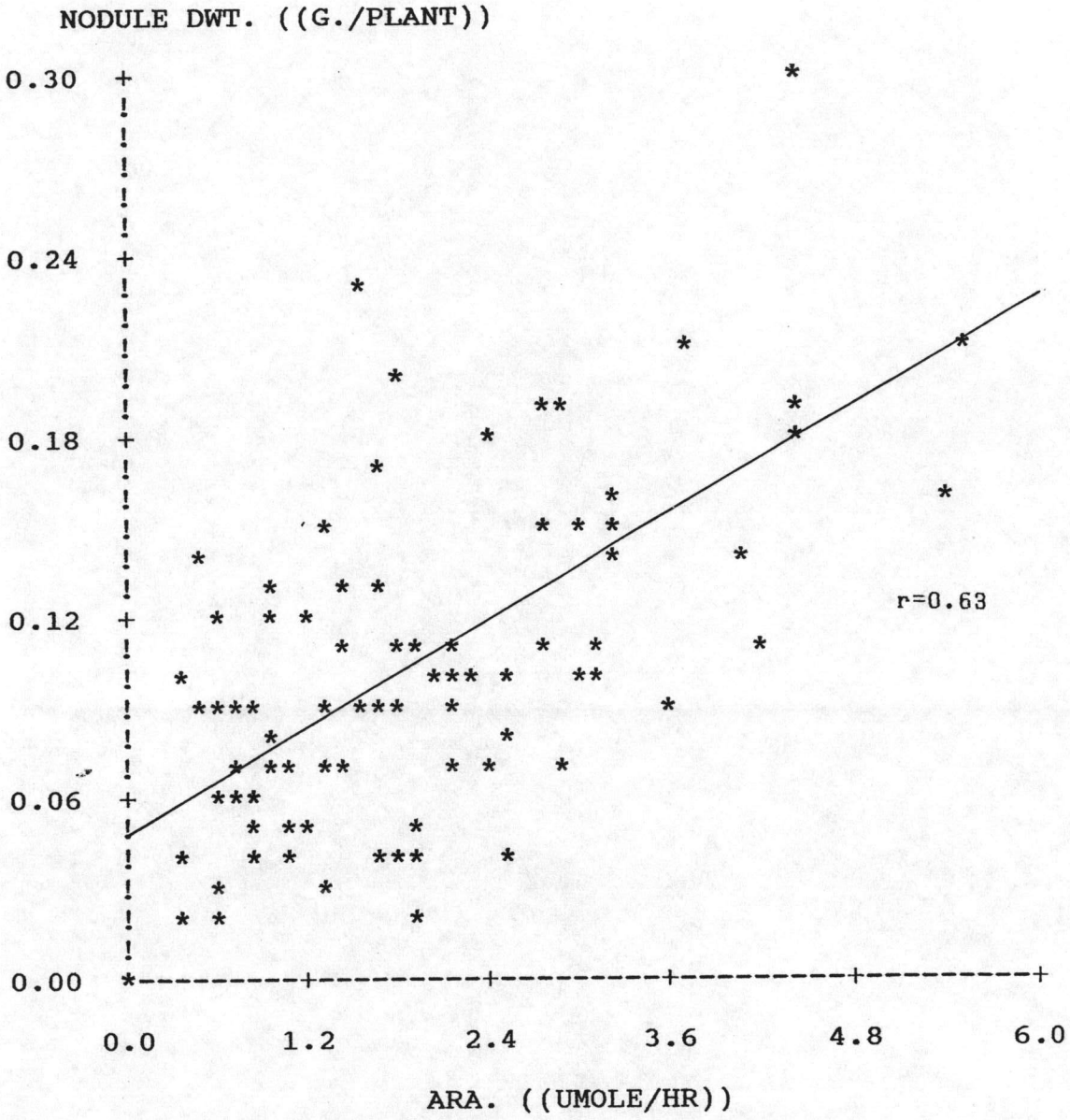
รูปที่ 16 แสดงกราฟเส้นความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักต้นแห้งกับ น้ำหนักปมแห้ง ของ *B. japonicum* จำนวน 96 ไอโซเลต



รูปที่ 17 แสดงกราฟเส้นความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักปมแห้งกับ จำนวนปม ของ *B. japonicum* จำนวน 96 ไอโซเลต



รูปที่ 18 แสดงกราฟเส้นความสัมพันธ์ระหว่าง ARA กับ จำนวนปม ของ *B. japonicum* จำนวน 96 ไอโซเลต



รูปที่ 19 แสดงกราฟเส้นความสัมพันธ์ระหว่าง ARA กับน้ำหนักปมแห้ง ของ *B. japonicum* จำนวน 96 ไอโซเลต

ลักษณะฟีโนไทป์ของยีน *hup* ใน *B.japonicum*

B.japonicum ที่แยกจากปมรากถั่วเหลืองที่ปลูกในเขตอำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย จำนวน 41 ไอโซเลต ทั้ง 41ไอโซเลตไม่แสดงลักษณะฟีโนไทป์ของ *hup* ดังแสดงในตารางที่ 17

B.japonicum ที่แยกจากปมรากถั่วเหลืองในดิน จังหวัดนครนายก จำนวน 55 ไอโซเลต มี 3 ไอโซเลต ที่แสดงลักษณะฟีโนไทป์ของยีน *hup* ได้แก่ SSN10, SSN46 และ SSN52 มีค่าแตกต่างของปริมาณไฮโดรเจน -43.90, -38.02 และ -34.45 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 18และตารางที่ 19 ตามลำดับ

ความสัมพันธ์ระหว่างไอโซเลตของเชื้อ *B.japonicum* ที่มีฟีโนไทป์ของยีน *hup* กับค่าเฉลี่ยที่ได้จากน้ำหนักแห้งของต้น จำนวนปม น้ำหนักแห้งของปม และ ARA

ดังแสดงในตารางที่ 20

ตารางที่17 การผลิตไฮโดรเจนโดย *B. japonicum* สายพันธุ์ที่แยกจากปมรากถั่วเหลืองที่ปลูกในเขตอำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย (ส.ค.-ก.ย.2535) เลี้ยงเชื้อใน H_2 uptake medium ภายใต้กาซ N_2 82 เปอร์เซ็นต์ CO_2 10 เปอร์เซ็นต์ O_2 5 เปอร์เซ็นต์ และ H_2 3 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 นาที และ 72 ชั่วโมง

ไอโซเลต	ปริมาณไฮโดรเจนทั้งหมดในหลอดทดลองที่เวลาต่าง ๆ (ไมโครโมล)		เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของปริมาณไฮโดรเจน*
	30 นาที	72 ชั่วโมง	
SS2	23.7	22.7	-4.22
SS6	22.0	19.6	-10.91
SS8	21.5	21.6	+0.46
SS10	25.2	21.6	-14.28
SS11	24.7	22.7	-8.10
SS13	25.0	23.4	-6.40
SS15	22.4	22.5	+0.45
SS16	22.2	16.7	-24.77
SS17	21.6	22.5	+4.17
SS18	22.6	19.9	+11.95

(ยังมีต่อ)

* เครื่องหมาย + แสดงเปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจนที่เพิ่มขึ้น
เครื่องหมาย - แสดงเปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจนที่หายไป

ไอโซเลต	ปริมาณไฮโดรเจนทั้งหมดในหลอดทดลองที่เวลาต่าง ๆ (ไมโครโมล)		เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของปริมาณไฮโดรเจน*
	30 นาที	72 ชั่วโมง	
SS19	28.7	23.5	-18.42
SS38	24.3	19.5	-19.75
SS39	24.2	20.4	-15.70
SS40	24.4	20.6	-15.57
SS41	25.0	24.2	-3.20
SS42	24.7	24.3	-1.62
SS43	23.7	24.9	+5.06
SS44	22.4	24.1	+7.59
SS45	23.9	22.4	-6.28
SS46	23.4	24.6	+5.13
SS47	23.8	24.8	+4.20
SS48	24.1	23.7	-1.66
SS49	23.2	25.0	+7.76
SS50	23.0	23.8	+3.48
SS52	23.0	20.9	-9.13
SS53	23.2	25.0	+7.76
SS54	23.5	22.4	-4.68
SS56	24.4	22.9	-6.15
SS57	24.3	24.4	+0.41

(ยังมีต่อ)

ไอโซเลต	ปริมาณไฮโดรเจนทั้งหมดในหลอดทดลองที่เวลาต่าง ๆ (ไมโครโมล)		เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของปริมาณไฮโดรเจน*
	30 นาที	72 ชั่วโมง	
SS58	26.4	24.5	-7.20
SS59	23.4	24.7	+5.56
SS60	24.2	25.5	+5.37
SS62	23.6	25.2	+6.78
SS63	24.5	24.8	+1.22
SS64	24.2	21.8	-9.92
SS65	24.0	22.5	-6.25
SS66	23.5	26.0	+10.64
SS67	24.2	25.7	+6.20
SS69	24.4	21.4	-12.30
SS70	25.0	21.2	-15.20
SS71	26.8	19.4	-27.61

ตารางที่18 การผลิตไฮโดรเจนโดย *B.japonicum* สายพันธุ์ที่แยกจากปมรากถั่วเหลืองที่ปลูกในดินซึ่งนำมาจากจังหวัดนครนายก เลี้ยงเชื้อใน H_2 uptake medium ภายใต้กาซ N_2 82 เปอร์เซ็นต์ CO_2 10 เปอร์เซ็นต์ O_2 5 เปอร์เซ็นต์ และ H_2 3 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 นาที และ 72 ชั่วโมง

ไอโซเลต	ปริมาณไฮโดรเจนทั้งหมดในหลอดทดลองที่เวลาต่าง ๆ (ไมโครโมล)		เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของปริมาณไฮโดรเจน*
	30 นาที	72 ชั่วโมง	
SSN1	25.2	24.5	-2.78
SSN2	25.8	25.3	-1.94
SSN3	25.6	19.5	-23.83
SSN4	26.1	21.7	-16.86
SSN5	25.8	23.3	-9.69
SSN6	26.1	20.1	-22.99
SSN7	25.0	23.3	-6.80
SSN8	25.3	24.9	-1.58
SSN9	25.2	21.2	-15.87
SSN10	26.3	13.0	-50.57
SSN11	26.1	21.8	-16.48
SSN12	24.2	22.1	-8.68
SSN14	25.1	23.9	-4.78
SSN15	25.1	23.5	-6.37
SSN17	25.5	23.5	-7.84

(ยังมีต่อ)

* เครื่องหมาย + แสดงเปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจนที่เพิ่มขึ้น
เครื่องหมาย - แสดงเปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจนที่หายไป

ไอโซเลต	ปริมาณไอโดรเจนทั้งหมดในหลอดทดลองที่เวลาต่าง ๆ (ไมโครโมล)		เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของปริมาณไอโดรเจน*
	30 นาที	72 ชั่วโมง	
SSN18	24.7	23.5	-4.86
SSN19	24.8	22.1	-10.89
SSN20	24.7	23.6	-4.45
SSN21	24.6	23.9	-2.84
SSN22	24.4	22.5	-7.79
SSN23	24.9	21.4	-14.06
SSN24	25.1	19.6	-21.91
SSN25	24.0	21.6	-10.00
SSN26	24.6	24.0	-2.44
SSN27	23.9	21.7	-9.20
SSN28	24.4	23.6	-3.28
SSN29	24.0	23.5	-2.08
SSN31	24.5	23.9	-2.45
SSN32	23.9	22.5	-5.86
SSN33	24.4	22.6	-7.38
SSN34	23.9	23.5	-1.67
SSN35	23.3	23.2	-0.43
SSN36	22.9	24.1	+5.24
SSN37	23.3	24.4	+4.72
SSN38	23.1	18.7	-19.05

(ยังมีต่อ)

ไอโซเลต	ปริมาณไฮโดรเจนทั้งหมดในหลอดทดลองที่เวลาต่าง ๆ (ไมโครโมล)		เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของปริมาณไฮโดรเจน*
	30 นาที	72 ชั่วโมง	
SSN40	23.1	19.9	-13.85
SSN41	22.1	20.7	-6.33
SSN42	22.4	21.3	-4.91
SSN43	23.1	19.6	-15.15
SSN44	21.7	17.0	-21.66
SSN45	22.1	20.5	-7.24
SSN46	23.8	14.7	-38.24
SSN47	24.9	21.3	-14.46
SSN48	24.2	20.3	-16.12
SSN50	24.1	19.8	-17.84
SSN51	25.0	24.4	-2.40
SSN52	24.5	17.0	-30.61
SSN53	24.7	22.1	-10.53
SSN54	24.4	20.0	-18.03
SSN55	24.3	24.3	0.00
SSN56	24.5	24.1	-1.63
SSN57	23.8	20.7	-13.02
SSN58	25.6	22.2	-13.28
SSN59	23.4	20.8	-11.11
SSN60	23.8	23.9	+0.42

ตารางที่ 19 ผลการผลิตไฮโดรเจนอัพเทคโดย *B. japonicum* ไอโซเลตที่พบในเบื้องต้นว่ามีการแสดงออกของยีน *hup* เลี้ยงเชื้อใน H_2 uptake medium ภายใต้กาซ N_2 82 เปอร์เซ็นต์, CO_2 10 เปอร์เซ็นต์, O_2 5 เปอร์เซ็นต์ และ H_2 3 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 นาทีและ 72 ชั่วโมง

	การทดลองครั้งที่		ค่าเฉลี่ย (ไมโครโมล)	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อ 96ไอโซเลต
ไอโซเลต SSN 10	1	2		
ปริมาณไฮโดรเจนในหลอดทดลองที่เวลาต่าง ๆ 30 นาที	26.3	22.8	24.6	5.45
(ไมโครโมล) 72 ชั่วโมง	13.0	14.6	13.8	
เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของปริมาณไฮโดรเจน	-50.57	-35.96	-43.90	
ไอโซเลต SSN 46				
ปริมาณไฮโดรเจนในหลอดทดลองที่เวลาต่าง ๆ 30 นาที	23.8	24.7	24.2	
72 ชั่วโมง (ไมโครโมล)	14.7	15.4	15.0	
เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของปริมาณไฮโดรเจน	-38.24	-37.65	-38.02	

ตารางที่ ต่อ

	การทดลองครั้งที่		ค่าเฉลี่ย (ไมโครโมล)	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อ 96ไอโซเลต
ไอโซเลต SSN 52	1	2		
ปริมาณไฮโดรเจนในหลอด 30 นาที	24.5	23.2	23.8	
ทดลองที่เวลาต่าง ๆ 72 ชั่วโมง (ไมโครโมล)	17.0	14.1	15.6	
เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของปริมาณไฮโดรเจน	-30.61	-39.22	-34.45	

ตารางที่ 20 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างไอโซเลทของเชื้อ *B.japonicum* ที่มีฟีโนไทป์ *hup*$^{+}$ กับ น้ำหนักแห้งของต้น จำนวนปม น้ำหนักแห้งปม และ อัตราการตริงไนโตรเจน ซึ่งได้จากการปลูกถั่วเหลือง สายพันธุ์ สจ.5 เป็นเวลา 38 วัน ที่ 28 องศาเซลเซียส ภายใต้ความเข้มแสง 83.7 $Em^{-2}.sec^{-1}$.

ไอโซเลท	น้ำหนักแห้งต้น (กรัมต่อต้น)	จำนวนปม (ปม)	น้ำหนักแห้งปม (กรัมต่อต้น)	ARA (ไมโครโมลต่อชั่วโมง)
SSN 10	1.31(17)	39.7(18)	0.11(42)	2.38 (30)
SSN 46	1.01(39)	31.5(32)	0.08(70)	0.77 (79)
SSN 52	1.21(21)	17.2(79)	0.16(13)	3.29 (12)

( ) แสดงหมายเลขลำดับจากการเรียงจากมากไปน้อยโดยวิธี DMRT(Duncan's New Multiple Range Test)