

3. ความสามารถและประสิทธิภาพของเชื้อ *Metarhizium* spp.

3.1 ความสามารถในการสร้างเอนไซม์

สำหรับผลการศึกษาความสามารถในการสร้างเอนไซม์ของเชื้อ *Metarhizium* spp. นั้น โดยเปรียบเทียบกิจกรรมของเอนไซม์ (enzyme activity) โดยใช้ค่าที่คำนวณจากอัตราส่วนของเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีต่อเส้นผ่านศูนย์กลางวงใส พบว่าไอโซเลต IPKKU 239 สามารถสร้างเอนไซม์ protease ได้สูงสุดมีกิจกรรมของเอนไซม์เท่ากับ 0.267 ซึ่งถือว่ามีความระดับกิจกรรมของเอนไซม์สูง (กิจกรรมของเอนไซม์ระหว่าง 0.33-0.01) ส่วนไอโซเลต IPKKU170, IPKKU 171, IPKKU 192, IPKKU193, IPKKU 206, IPKKU 210, IPKKU 211, IPKKU 212, IPKKU 223, IPKKU 224, IPKKU 226, IPKKU 234, IPKKU 237, IPKKU 243 และ IPKKU 245 ไม่สามารถสร้างเอนไซม์ protease ได้ สำหรับความสามารถในการสร้างเอนไซม์ chitinase นั้น ไอโซเลต IPKKU 241 สร้างเอนไซม์ได้สูงสุดโดยมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์เท่ากับ 0.427 และไอโซเลต IPKKU 213 มีค่ารองลงมาเท่ากับ 0.430 ส่วนไอโซเลต IPKKU 191, IPKKU 222, IPKKU 223, IPKKU 224, IPKKU 225 และ IPKKU 231 ไม่สามารถตรวจพบกิจกรรมของเอนไซม์ chitinase สำหรับการสร้างเอนไซม์ lipase นั้น ไอโซเลต IPKKU 224 สร้างเอนไซม์ได้สูงสุดมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์เท่ากับ 0.586 ส่วนไอโซเลต IPKKU 165 สร้างเอนไซม์ lipase ได้ต่ำสุดมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์เท่ากับ 0.932 ซึ่งความสามารถในการสร้างเอนไซม์แต่ละชนิดระหว่างไอโซเลตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังปรากฏในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ความสามารถในการสร้างเอนไซม์ของเชื้อ *Metarhizium* spp. ไอโซเลตต่างๆ

ไอโซเลต	กิจกรรมของเอนไซม์ ¹					
	protease ²	ระดับกิจกรรมของเอนไซม์ ¹	chitinase ²	ระดับกิจกรรมของเอนไซม์ ¹	lipase ²	ระดับกิจกรรมของเอนไซม์ ¹
IPKKU 165	0.898 b-h	+	0.645 v-y	++	0.932 a	+
IPKKU 166	0.828 f-l	+	0.557 y-A	++	0.820 b-n	+
IPKKU 167	0.899 b-h	+	0.691 s-w	+	0.727 l-x	+
IPKKU 168	0.952 a-c	+	0.671 u-x	+	0.679 t-z	+
IPKKU 169	0.945 a-d	+	0.716 q-v	+	0.750 h-x	+
IPKKU 170	1.000 a	-	0.956 a-c	+	0.705 p-y	+
IPKKU 171	1.000 a	-	0.948 a-c	+	0.679 t-z	+
IPKKU 172	0.813 h-l	+	0.917 a-h	+	0.854 a-g	+
IPKKU 173	0.815 h-l	+	0.957 a-g	+	0.832 b-j	+

ตารางที่ 13 ความสามารถในการสร้างเอนไซม์ของเชื้อ *Metarhizium* spp. ไอโซเลตต่างๆ (ต่อ)

ไอโซเลต	กิจกรรมของเอนไซม์ ¹					
	protease ²	ระดับกิจกรรม ของเอนไซม์ ³	chitinase ²	ระดับกิจกรรม ของเอนไซม์ ³	lipase ²	ระดับกิจกรรม ของเอนไซม์ ³
IPKKU 174	0.917 a-f	+	0.890 b-k	+	0.778 c-t	+
IPKKU 175	0.679 o-q	+	0.797 j-r	+	0.737 i-x	+
IPKKU 176	0.954 a-c	+	0.712 q-w	+	0.717 o-x	+
IPKKU 177	0.935 a-e	+	0.731 p-v	+	0.724 m-x	+
IPKKU 178	0.958 ab	+	0.592 x-z	++	0.863 a-f	+
IPKKU 179	0.775 j-n	+	0.673 u-x	+	0.868 a-e	+
IPKKU 180	0.771 j-o	+	0.678 t-x	+	0.725 m-x	+
IPKKU 181	0.554 tu	++	0.895 b-j	+	0.834 a-i	+
IPKKU 182	0.571 s-u	++	0.944 a-e	+	0.847 a-s	+
IPKKU 183	0.656 p-s	++	0.895 b-j	+	0.896 ab	+
IPKKU 184	0.846 d-k	+	0.786 l-s	+	0.805 b-p	+
IPKKU 185	0.951 a-c	+	0.860 c-n	+	0.780 c-s	+
IPKKU 186	0.932 a-e	+	0.938 a-f	+	0.675 u-z	+
IPKKU 187	0.761 k-o	+	0.847 d-o	+	0.784 a-s	+
IPKKU 188	0.946 a-c	+	0.923 a-h	+	0.609 yz	++
IPKKU 189	0.712 m-p	+	0.880 b-n	+	0.732 j-x	+
IPKKU 190	0.914 a-g	+	0.953 a-c	+	0.875 a-d	+
IPKKU 191	0.952 a-c	+	1.000 a	-	0.848 a-h	+
IPKKU 192	1.000 a	-	0.960 ab	+	0.858 a-f	+
IPKKU 193	1.000 a	-	0.705 r-w	+	0.810 b-o	+
IPKKU 194	0.505 t-w	++	0.950 a-c	+	0.826 b-l	+
IPKKU 195	0.583 r-u	++	0.953 a-c	+	0.826 b-l	+
IPKKU 196	0.529 t-v	++	0.916 a-h	+	0.826 b-l	+
IPKKU 197	0.818 g-l	+	0.678 t-x	+	0.751 h-w	+
IPKKU 198	0.803 h-m	+	0.781 m-s	+	0.824 b-m	+
IPKKU 199	0.787 i-n	+	0.940 a-f	+	0.850 a-h	+
IPKKU 200	0.699 n-p	+	0.677 t-x	+	0.789 c-r	+
IPKKU 201	0.945 a-d	+	0.719 q-v	+	0.807 b-o	+
IPKKU 202	0.736 l-p	+	0.792 k-r	+	0.826 b-l	+

ตารางที่ 13 ความสามารถในการสร้างเอนไซม์ของเชื้อ *Metarhizium* spp. ไอโซเลตต่างๆ (ต่อ)

ไอโซเลต	กิจกรรมของเอนไซม์ ¹					
	protease ²	ระดับกิจกรรม ของเอนไซม์ ¹	chitinase ²	ระดับกิจกรรม ของเอนไซม์ ¹	lipase ²	ระดับกิจกรรม ของเอนไซม์ ¹
IPKKU 203	0.694 n-p	+	0.976 j-r	+	0.842 a-h	+
IPKKU 204	0.761 k-o	+	0.899 b-i	+	0.877 a-c	+
IPKKU 205	0.839 c-k	+	0.762 n-u	+	0.894 ab	+
IPKKU 206	1.000 a	-	0.952 a-c	+	0.690 r-y	+
IPKKU 207	0.495 u-w	++	0.808 i-q	+	0.753 h-w	+
IPKKU 208	0.948 a-c	+	0.810 i-q	+	0.712 o-x	+
IPKKU 209	0.564 tu	++	0.793 k-r	+	0.739 i-x	+
IPKKU 210	1.000 a	-	0.845 c-o	+	0.778 c-t	+
IPKKU 211	1.000 a	-	0.784 l-s	+	0.862 a-f	+
IPKKU 212	1.000 a	-	0.960 ab	+	0.687 s-y	+
IPKKU 213	0.882 b-i	+	0.430 C	++	0.802 b-p	+
IPKKU 214	0.861 b-j	+	0.463 BC	++	0.791 c-q	+
IPKKU 215	0.935 a-c	+	0.458 BC	++	0.806 b-o	+
IPKKU 216	0.938 a-d	+	0.635 v-y	++	0.722 n-x	+
IPKKU 217	0.786 i-n	+	0.825 h-p	+	0.726 l-x	+
IPKKU 218	0.558 tu	++	0.525 z-B	++	0.892 ab	+
IPKKU 219	0.929 a-c	+	0.781 m-s	+	0.731 k-x	+
IPKKU 220	0.939 a-d	+	0.800 i-r	+	0.650 x-z	++
IPKKU 221	0.912 a-g	+	0.799 i-r	+	0.731 k-x	+
IPKKU 222	0.814 h-l	+	1.000 a	-	0.775 e-u	+
IPKKU 223	1.000 a	-	1.000 a	-	0.658 w-z	++
IPKKU 224	1.000 a	-	1.000 a	-	0.586 z	++
IPKKU 225	0.857 c-k	+	1.000 a	-	0.843 a-h	+
IPKKU 226	1.000 a	-	0.635 v-y	++	0.778 c-t	+
IPKKU 227	0.510 t-w	++	0.883 b-l	+	0.659 w-z	++
IPKKU 228	0.926 a-e	+	0.964 ab	+	0.767 f-v	+
IPKKU 229	0.960 ab	+	0.830 h-p	+	0.779 c-t	+
IPKKU 230	0.558 tu	++	0.807 i-q	+	0.799 b-p	+
IPKKU 231	0.959 ab	+	1.000 a	-	0.667 v-z	+

ตารางที่ 13 ความสามารถในการสร้างเอนไซม์ของเชื้อ *Metarhizium* spp. ไอโซเลตต่างๆ (ต่อ)

ไอโซเลต	กิจกรรมของเอนไซม์ ¹					
	protease ²	ระดับกิจกรรม ของเอนไซม์ ³	chitinase ²	ระดับกิจกรรม ของเอนไซม์ ³	lipase ²	ระดับกิจกรรม ของเอนไซม์ ³
IPKKU 232	0.534 t-v	++	0.951 a-c	+	0.776 d-t	+
IPKKU 233	0.420 w	++	0.842 f-o	+	0.697 q-y	+
IPKKU 234	1.000 a	-	0.618 w-y	++	0.875 a-d	+
IPKKU 235	0.950 a-c	+	0.941 a-f	+	0.764 f-v	+
IPKKU 236	0.956 a-c	+	0.779 n-s	+	0.679 t-z	+
IPKKU 237	1.000 a	-	0.773 n-t	+	0.773 e-u	+
IPKKU 238	0.556 tu	++	0.800 i-r	+	0.800 b-p	+
IPKKU 239	0.267 x	+++	0.757 o-u	+	0.757 g-w	+
IPKKU 240	0.432 w	++	0.843 f-o	+	0.843 a-h	+
IPKKU 241	0.943 a-d	+	0.427 C	++	0.734 i-x	+
IPKKU 242	0.910 a-g	+	0.468 A-C	++	0.847 a-h	+
IPKKU 243	1.000 a	-	0.471 A-C	++	0.823 b-m	+
IPKKU 244	0.667 p-r	+	0.483 A-C	++	0.791 c-q	+
IPKKU 245	1.000 a	-	0.934 a-g	+	0.735 i-x	+
IPKKU 246	0.448 vw	++	0.945 a-d	+	0.765 f-v	+
IPKKU 247	0.551 tu	++	0.837 g-o	+	0.845 a-h	+
IPKKU 248	0.596 q-t	++	0.809 i-q	+	0.828 b-k	+
IPKKU 249	0.696 n-p	+	0.831 h-p	+	0.787 c-s	+
CV. (%)	6.14		6.30		6.42	

¹ โดยเปรียบเทียบอัตราส่วนของเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีต่อเส้นผ่าศูนย์กลางวงใส

² ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวดังเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ (DMRT, P=0.05)

³ ระดับกิจกรรมของเอนไซม์; - = ไม่มีกิจกรรม (วัดกิจกรรมได้ค่า 1), + = กิจกรรมของเอนไซม์ต่ำ (วัดกิจกรรมได้ค่า 0.99-0.67), ++ = กิจกรรมของเอนไซม์ปานกลาง (วัดกิจกรรมได้ค่า 0.66-0.34), +++ = กิจกรรมของเอนไซม์สูง (วัดกิจกรรมได้ค่า 0.33-0.01)

3.2 การเปรียบเทียบการผลิตมวลชีวภาพของเชื้อ

3.2.1 อาหารเลี้ยงเชื้อ

จากการนำเชื้อ *Metarhizium* spp. จำนวน 18 ไอโซเลต ซึ่งเป็นตัวแทนไอโซเลตที่สุ่มเลือกได้ (ภาคผนวก ง) ได้แก่ ไอโซเลต IPKKU 175, IPKKU 180, IPKKU 181, IPKKU 189, IPKKU 191, IPKKU 194, IPKKU 200, IPKKU 207, IPKKU 212, IPKKU 214, IPKKU 218, IPKKU 221, IPKKU 225, IPKKU 234, IPKKU 239, IPKKU 244, IPKKU 246 และ IPKKU 247 มาเลี้ยงเพิ่มปริมาณบนอาหารเลี้ยงเชื้อ 5 ชนิด คือ potato dextrose agar (PDA), Sabouraud dextrose agar (SDA), SDAY, fungus agar (FA) และ yeast malt extract (YM) โดยพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังปรากฏในตารางที่ 14 ซึ่งเชื้อทุกไอโซเลตสามารถเจริญเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้อทั้ง 5 ชนิดได้ ซึ่งไอโซเลต IPKKU 207, IPKKU 189 และ IPKKU 180 สามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่าไอโซเลตอื่น มีค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีที่มีอายุ 14 วัน เท่ากับ 54.37, 53.64 และ 53.37 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนไอโซเลต IPKKU 246, IPKKU 175, IPKKU 225 และ IPKKU 244 นั้นเจริญเติบโตได้ช้าโดยมีค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีที่มีอายุ 14 วัน เท่ากับ 42.97, 42.83, 42.73 และ 42.12 มิลลิเมตร ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบอาหารเลี้ยงเชื้อทั้ง 5 ชนิดนี้ พบว่าอาหาร FA และ SDAY เชื้อ *Metarhizium* spp. ทุกไอโซเลตเจริญเติบโตได้ดี โดยมีค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีที่มีอายุ 14 วัน เท่ากับ 49.92 และ 49.34 มิลลิเมตร ตามลำดับ รองลงมาคืออาหาร SDA มีค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีที่มีอายุ 14 วัน เท่ากับ 47.20 มิลลิเมตร ส่วนอาหาร YM และ PDA มีการเจริญเติบโตของเชื้อช้าโดยมีค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีที่มีอายุ 14 วัน เท่ากับ 45.19 และ 45.04 มิลลิเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 14 การผลิตมวลชีวภาพของเชื้อ *Metarhizium* spp. ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่างๆ

ไอโซเลต	เส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนี (มม.)					ค่าเฉลี่ย ของแต่ละ ไอโซเลต
	PDA ¹	SDA ¹	SDAY ¹	FA ¹	YM ¹	
IPKKU 175	52.00 a-n	41.50 g-q	37.00 n-q	50.00 a-o	33.67 p-q	42.83 d
IPKKU 180	47.00 a-q	51.33 a-o	59.83 a	54.33 a-i	54.33 a-i	53.36 a
IPKKU 181	47.00 a-q	55.50 a-h	47.67 a-p	39.67 i-q	38.67 k-q	45.70 b-d
IPKKU 189	48.00 a-p	55.67 a-h	59.17 a-c	55.67 a-h	49.67 a-o	53.64 a
IPKKU 191	55.83 a-h	59.67 ab	42.33 h-q	56.67 a-g	47.33 a-q	52.37 ab
IPKKU 194	48.17 a-p	44.33 c-q	50.50 a-o	54.00 a-j	41.67 g-q	47.73 a-d
IPKKU 200	39.67 i-q	46.50 a-q	48.83 a-p	46.17 a-q	42.83 e-q	44.80 cd
IPKKU 207	58.83 a-d	54.83 a-i	50.33 a-o	56.67 a-g	51.17 a-o	54.37 a
IPKKU 212	58.83 a-d	42.50 e-q	52.33 a-m	44.87 a-q	43.83 j-q	48.47 a-d
IPKKU 214	37.50 m-q	44.50 b-q	53.00 a-l	48.33 a-p	43.33 b-d	45.33 b-d
IPKKU 218	44.67 a-q	50.00 a-o	44.50 b-q	57.33 a-c	56.33 a-h	50.57 a-c
IPKKU 221	45.50 a-q	43.67 d-q	47.50 a-p	57.17 a-f	50.00 a-o	48.77 a-d
IPKKU 225	44.67 a-q	43.50 e-q	45.17 a-q	38.00 l-q	42.33 h-q	42.73 d
IPKKU 234	37.17 m-q	41.33 h-q	53.50 a-k	45.67 a-q	44.67 a-q	44.47 cd
IPKKU 239	36.50 o-q	37.67 m-q	51.67 a-o	48.33 a-p	45.67 a-q	43.97 cd
IPKKU 244	34.37 pq	39.67 i-q	45.83 a-q	45.83 a-q	45.00 a-q	42.12 d
IPKKU 246	32.17 q	42.00 f-q	46.67 a-q	50.00 a-o	44.00 c-q	42.97 d
IPKKU 247	42.83 e-q	55.50 a-h	52.33 a-m	49.83 a-o	39.00 j-q	47.90 a-d
ค่าเฉลี่ยบน						
อาหารเลี้ยง	45.04 b	47.20 ab	49.34 a	49.92 a	45.19 b	
เชื้อชนิดต่างๆ						

CV. (main-plot; ไอโซเลต) เท่ากับ 17.54 เปอร์เซ็นต์

CV. (sub-plot; อาหารเลี้ยงเชื้อ) เท่ากับ 16.11 เปอร์เซ็นต์

¹ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (DMRT, P=0.05)

3.2.2 เมล็ดธัญพืช

การผลิตมวลชีวภาพด้วยเมล็ดธัญพืชครั้งนี้พบว่าเชื้อ *Metarhizium* spp. ทั้ง 18 ไอโซเลตสามารถเพิ่มปริมาณบนข้าวฟ่างและสร้างโคนิเดียได้ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยไอโซเลต IPKKU 246 สามารถสร้างโคนิเดียได้สูงสุด เท่ากับ 5.37×10^8 โคนิเดียต่อกรัม ส่วนไอโซเลต IPKKU 234 นั้นสร้างโคนิเดียได้ต่ำเท่ากับ 5.00×10^7 โคนิเดียต่อกรัม และต่ำสุดคือไอโซเลต IPKKU 180 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.20×10^7 โคนิเดียต่อกรัม ดังปรากฏในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 การผลิตมวลชีวภาพของเชื้อ *Metarhizium* spp. ด้วยเมล็ดธัญพืช

ไอโซเลต	จำนวนโคนิเดียต่อกรัม ¹	ไอโซเลต	จำนวนโคนิเดียต่อกรัม ¹
IPKKU 175	3.75×10^8 bcdef	IPKKU 214	3.95×10^8 bcde
IPKKU 180	4.20×10^7 j	IPKKU 218	2.86×10^8 efgh
IPKKU 181	3.17×10^8 defgh	IPKKU 221	4.81×10^8 ab
IPKKU 189	2.05×10^8 hi	IPKKU 225	4.52×10^8 abc
IPKKU 191	4.07×10^8 bcd	IPKKU 234	5.00×10^7 j
IPKKU 194	1.24×10^8 ij	IPKKU 239	2.75×10^8 fgh
IPKKU 200	2.56×10^8 gh	IPKKU 244	2.47×10^8 gh
IPKKU 207	3.99×10^8 bcde	IPKKU 246	5.37×10^8 a
IPKKU 212	3.52×10^8 cdefg	IPKKU 247	4.32×10^8 abcd

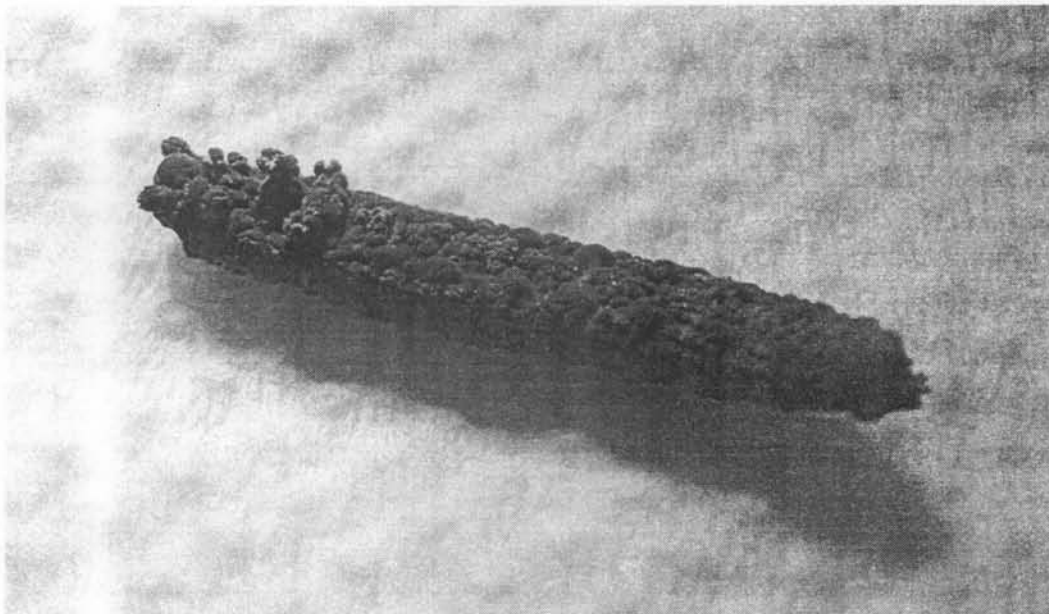
CV. เท่ากับ 19.59 เปอร์เซนต์

¹ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวดังเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ (DMRT, P=0.05)

3.3 ประสิทธิภาพในการทำลายแมลงของเชื้อ

ผลของประสิทธิภาพของเชื้อในการทำลายแมลง พบว่าเชื้อ *Metarhizium* spp. ทั้ง 18 ไอโซเลต สามารถทำให้หนอนนกซึ่งเป็นแมลงมาตรฐานชนิดหนึ่งที่นิยมใช้ในการทดสอบความสามารถในการเข้าทำลายของเชื้อตายหลังจากได้รับเชื้อ โดยหนอนนกแสดงอาการผิดปกติหลังจากได้รับเชื้อรา 2 วัน มีอาการตัวสั้นขณะเดิน เคลื่อนไหวช้าลง หลังจากนั้นหนอนนกจะแสดงอาการเป็นอัมพาต ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้และตายในที่สุด เส้นใยเชื้อราเจริญอยู่ภายในและแทงทะลุ

ออกนอกลำตัวแผ่ปกคลุมรอบลำตัวหนอนจนอย่างหนาแน่น ต่อมาจึงสร้างโคนิเดียสีเขียวย่อมน เมื่อโคนิเดียแก่จะเปลี่ยนเป็นสีเขียวเข้ม (ภาพที่ 39) เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนจนพบว่ามีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 36.67-100 เปอร์เซ็นต์ โดยไอโซเลต IPKKU 246 นั้นทำให้หนอนมีเปอร์เซ็นต์การตายสูงสุด คือ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนไอโซเลต IPKKU 194 สามารถเข้าทำลายแมลงทดสอบได้ต่ำสุด ซึ่งเชื้อ *Metarhizium* spp. จำนวน 6 ไอโซเลต มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนสูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 16)



ภาพที่ 39 ลักษณะของหนอนที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *Metarhizium* spp.

ตารางที่ 16 ประสิทธิภาพของเชื้อ *Metarhizium* spp. ในการทำลายหนอนนก

ไอโซเลต	เปอร์เซ็นต์การตาย ¹	ไอโซเลต	เปอร์เซ็นต์การตาย ¹
กรรมวิธีควบคุม	0 d	IPKKU 214	73.33 abc
IPKKU 175	70.00 abc	IPKKU 218	56.67 abc
IPKKU 180	86.67 ab	IPKKU 221	83.33 abc
IPKKU 181	76.67 abc	IPKKU 225	63.33 abc
IPKKU 189	96.67 ab	IPKKU 234	83.33 abc
IPKKU 191	66.67 abc	IPKKU 239	80.00 abc
IPKKU 194	36.67 cd	IPKKU 244	63.33 abc
IPKKU 200	73.33 abc	IPKKU 246	100.00 a
IPKKU 207	76.67 abc	IPKKU 247	70.00 abc
IPKKU 212	50.00 bc		

CV. เท่ากับ 34.72 เปอร์เซ็นต์

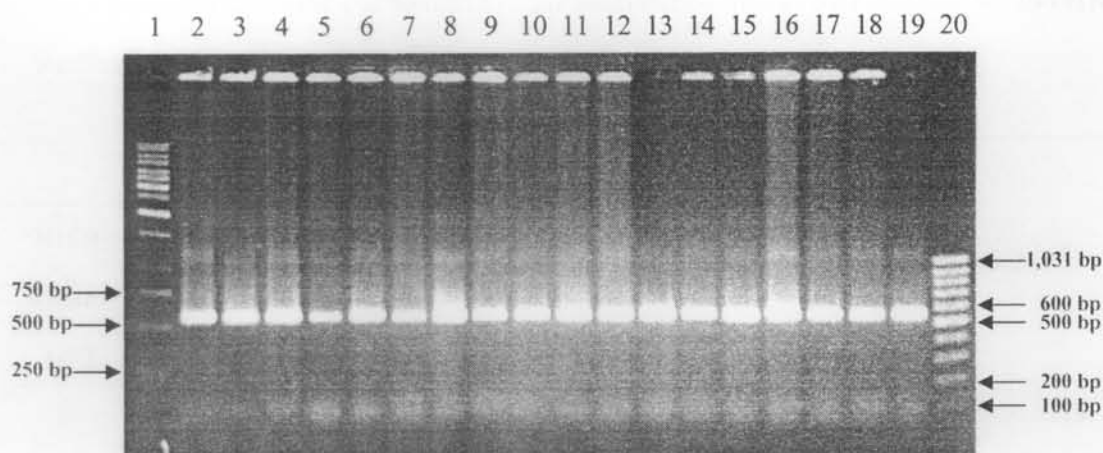
¹ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวดังเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (DMRT, P=0.05)

4. การบ่งชี้ชนิดและการศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของเชื้อ *Metarhizium* spp. โดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลลำดับเบสของดีเอ็นเอบริเวณ ITS และ 5.8S rDNA

จากการนำเชื้อ *Metarhizium* spp. (จำแนกเป็นสกุลนี้โดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาเป็นหลัก) จำนวน 18 ไอโซเลต ดังกล่าวข้างต้น มาบ่งชี้ชนิดโดยการวิเคราะห์ข้อมูลลำดับเบส (sequence analysis) ในส่วนของไรโบโซมอลดีเอ็นเอ (ribosomal DNA, rDNA) บริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA รวมทั้งการศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (phylogenetic relationship) ตามขั้นตอนต่างๆ ได้ผลดังนี้

4.1 การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอบริเวณ ITS และ 5.8S rDNA ด้วยเทคนิค PCR

เมื่อนำตัวแทนเชื้อ *Metarhizium* spp. ทั้ง 18 ไอโซเลต ที่สุ่มเลือกได้มาสกัดดีเอ็นเอ แล้วใช้เป็นดีเอ็นเอต้นแบบในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส (polymerase chain reaction; PCR) บริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA โดยใช้ไพรเมอร์ (primer) TW81 และ AB28 พบว่าสามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอบริเวณดังกล่าวได้ทุกไอโซเลต ซึ่งชิ้นดีเอ็นเอที่ได้มีขนาดประมาณ 600 คู่เบส (base pair) จากการนำมาวิเคราะห์การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิคอะกาโรสเจลอิเล็กโตรโฟรีซิส (agarose gel electrophoresis) ดังปรากฏในภาพที่ 40



ภาพที่ 40 ขนาดชิ้นส่วนดีเอ็นเอของเชื้อ *Metarhizium* spp. เมื่อเพิ่มปริมาณบริเวณ

ITS1-5.8S-ITS2 rDNA โดยใช้ไพรเมอร์ TW81 และ AB28 ด้วยเทคนิค PCR

แถวที่ 1 : 1kb DNA Ladder (GeneRuler™ MBI Fermentas)

แถวที่ 2-19 : เชื้อ *Metarhizium* spp. IPKKU 221, IPKKU 246, IPKKU 225, IPKKU 207, IPKKU 239, IPKKU 181, IPKKU 234, IPKKU 191, IPKKU 200, IPKKU 247, IPKKU 180, IPKKU 212, IPKKU 194, IPKKU 175, IPKKU 244, IPKKU 189, IPKKU 218 และ IPKKU 214 ตามลำดับ

แถวที่ 20 : 100bp DNA Ladder (GeneRuler™ MBI Fermentas)

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลลำดับเบสเพื่อบ่งชี้ชนิด

จากการนำผลิตภัณฑ์ PCR (บริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA) ของเชื้อ *Metarhizium* spp. ทั้ง 18 ไอโซเลต มาหาลำดับเบสของดีเอ็นเอด้วยเครื่องอ่านลำดับเบสอัตโนมัติ (automated DNA sequencer) แล้วนำข้อมูลลำดับเบสที่ได้ไปเปรียบเทียบกับความเหมือน (identity) หรือความคล้ายคลึง (similarity) กับลำดับเบสของเชื้อราชนิดต่างๆ ที่มีอยู่ในฐานข้อมูล (data base) ของ GenBank (National Center for Biotechnology Information; NCBI) พบว่าข้อมูลลำดับเบสของเชื้อทุก ไอโซเลตที่ได้มีความเหมือนกับข้อมูลลำดับเบสของเชื้อ *Metarhizium anisopliae* จากฐานข้อมูล โดยมีเปอร์เซ็นต์ความเหมือนอยู่ระหว่าง 88-99 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ และบางไอโซเลตสามารถบ่งชี้ได้ถึงสายพันธุ์ (variety) ดังแสดงในตารางที่ 17 และภาพที่ 41-58

ตารางที่ 17 การบ่งชี้ชนิดของเชื้อ *Metarhizium* spp. ไอโซเลตต่างๆ โดยการเปรียบเทียบ
ลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA กับลำดับเบสในฐานข้อมูลของ GenBank

ไอโซเลต	การบ่งชี้ชนิด					ความ เหมือน (%)
	สกุล	ชนิด	สายพันธุ์	accession	bit score (bit)	
IPKKU 175	<i>Metarhizium</i>	<i>anisopliae</i>	<i>anisopliae</i>	AF136376	299	88
IPKKU 180	<i>Metarhizium</i>	<i>anisopliae</i>	-	AY646393	712	95
IPKKU 181	<i>Metarhizium</i>	<i>anisopliae</i>	<i>anisopliae</i>	AF516305	488	93
IPKKU 189	<i>Metarhizium</i>	<i>anisopliae</i>	<i>anisopliae</i>	AY781698	414	99
IPKKU 191	<i>Metarhizium</i>	<i>anisopliae</i>	-	AY646372	622	94
IPKKU 194	<i>Metarhizium</i>	<i>anisopliae</i>	-	AY646373	529	94
IPKKU 200	<i>Metarhizium</i>	<i>anisopliae</i>	-	AJ608970	468	94
IPKKU 207	<i>Metarhizium</i>	<i>anisopliae</i>	-	AJ608970	908	98
IPKKU 212	<i>Metarhizium</i>	<i>anisopliae</i>	-	AY237118	668	98
IPKKU 214	<i>Metarhizium</i>	<i>anisopliae</i>	-	AY646369	856	97
IPKKU 218	<i>Metarhizium</i>	<i>anisopliae</i>	-	AJ608970	761	95
IPKKU 221	<i>Metarhizium</i>	<i>anisopliae</i>	-	AJ608970	759	94
IPKKU 225	<i>Metarhizium</i>	<i>anisopliae</i>	<i>anisopliae</i>	AY635457	704	99
IPKKU 234	<i>Metarhizium</i>	<i>anisopliae</i>	-	AJ608970	866	97
IPKKU 239	<i>Metarhizium</i>	<i>anisopliae</i>	<i>anisopliae</i>	DQ150249	680	96
IPKKU 244	<i>Metarhizium</i>	<i>anisopliae</i>	-	AY237118	432	93
IPKKU 246	<i>Metarhizium</i>	<i>anisopliae</i>	-	AJ608970	880	97
IPKKU 247	<i>Metarhizium</i>	<i>anisopliae</i>	<i>anisopliae</i>	AF135210	781	98

```

IPKKU175      GTTGTTCGAGGTGAACCTGCGGAGGGAT-ATT-CCGAGTA--TCAACTC--ATCCCCTG  54
AF136376      -----GGAGGGATCATTACCGAGTTATCCAACCTCCCAACCCCTG  39
                *****  *  *****  *****  *  *****

IPKKU175      TGAATTAT--CCTTAATTGTTGCTTCGGCGGGACTTCGCGCCCCCGGGGACCCAAACCT 112
AF136376      TGAATTATACCTTTAATTGTTGCTTCGGCGGGACTTCGCGCCCCCGGGGACCCAAACCT  99
                *****  *  *****

IPKKU175      TCTGAATTTTTTAATAAGTACCTTCTGAGTGGTTAAAAAAATGAATCAAAACTTTTCAA 172
AF136376      TCTGAATTTTTTAATAAGTATCTTCTGAGTGGTTAAAAAAATGAATCAAAACTTTT-CAA 158
                *****  *  *****

IPKKU175      CACCGGATCTCTGGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGAACCGAAAGGCGAAAAGTAATGTG 232
AF136376      CAACGGATCTCTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGACGCGAAATGCGATAAGTAATGTG 218
                **  *****  *****  *  *****  *****

IPKKU175      AATGGCAGAATT-AGTGAATCATCGAATTTTGAACGCACATTGCCCCGGTCAGAATTCT 291
AF136376      AATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCGTCAGTATCT 278
                ***  *****  *****  *****  *****  *****

IPKKU175      TGGCGGCA-ATCCGGTCGAGCGTAATT-CGCCCCCAAGTCCCCTGTGGGATTGGGGT- 348
AF136376      GCGCGGCATGCCGTGTTGAGCGCTATTACGCCCTCAAGTCCCCTGTGGGACTTGGTGT 338
                *  ****  *  *  *****  *****  *****  *****  *****  *****

IPKKU175      GGGGATCGGCAAG-CCGGAATCCCAGAACAGCGCCCATAAA--TAATTTGCGGTTTCGC 405
AF136376      GGGGATCGGCGAGGCTGGTTTTCCAGCACAGCCGTCCTTAAATTAATTGGCGGTCCTCG 398
                *****  *  *  *  *  *  *  *  *  *  *  *  *  *  *  *  *  *  *

IPKKU175      CGGGGCCCTCCTTTGC-CAGTAGAAAGGC-CTC-CAACAGGGGCC-GGCGGGG-CCACTG 460
AF136376      CGTGGCCCTCCTCTGCGCAGTAGTAAAGCACTCGCAACAGGAGCCCGCGCGGTCCACTG 458
                **  *****  *****  *  *  *  *  *  *  *  *  *  *  *  *  *

IPKKU175      C-GTAAACCCCC--ACTTTTTAT-GTTGACCCCAAATCGGGGGGGGACTCCCCGCTGAC 516
AF136376      CCGTAAACCCCCCAACTTTTTATAGTTGACCTCGAATCAGGTAGG-ACT----- 507
                *  *****  *****  *****  *  *****  *  *  *  *

IPKKU175      TTAAGGAATATATTGCGGAATCCCAAAAAGGCTTCTCGGCCTTGGTTAGTTCTAACCCA 576
AF136376      -----

IPKKU175      ACCCGGGTGGGGCCCCAAACCTTCGCCCC 605
AF136376      -----

```

ภาพที่ 41 การเปรียบเทียบลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA ของเชื้อ *Metarhizium* sp.

IPKKU 175 กับเชื้อ *M. anisopliae* var. *anisopliae* (AF136376)

จากฐานข้อมูลของ GenBank (บริเวณที่มีเครื่องหมาย * แสดงความเหมือนกันของเบส)

```

IPKKU180 -----TTGTTCCGGAGGTGAACCTGCGGAGGGATCCTTCCGACGT 40
AY646393 GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGGCTCCCGTTGGTGAACCGAGCGGAGGGATCATTACCGAGT 60
          *****
IPKKU180 AGCCAACTCCCAACCCCTGTGAATTAAACCATTTAATTGTTGCTTCGGCGGGACTTCGC 100
AY646393 TATCCAACCTCCCAACCCCTGTGAATTATACC-TTTAATTGTTGCTTCGGCGGGACTTCGC 119
          * * *****
IPKKU180 GCCCCCGGGGACCCAAACCTTCTGAATTTTAAATAAGTATCTTCTGAGTGGTTAAAAA 160
AY646393 GCCCCCGGGGACCCAAACCTTCTGAATTTTAAATAAGTATCTTCTGAGTGGTTAAAAA 179
          *****
IPKKU180 AAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAG 220
AY646393 AAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAG 239
          *****
IPKKU180 CGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCA 280
AY646393 CGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCA 299
          *****
IPKKU180 CATTCGCCCCGTCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTTCTGAAGCGTCATT-CGCCCCCTCAA 339
AY646393 CATTCGCCCCGTCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTTCTGAAGCGTCATT-CGCCCCCTCAA 358
          *****
IPKKU180 GTCCCCCTGTGGACTTGGTGTGGGGATCGGCGAGGCTGGTTTC-AGCACAGCCGTCC-T 397
AY646393 GTCCCCCTGTGGACTTGGTGTGGGGATCGGCGAGGCTGGTTTCAGCACAGCCGTCCCT 418
          *****
IPKKU180 TAAATTAATTGGCGGTCTCGCCGTGGCCCTCCTCTGCGC-CTAGTAAACACTCGCAACA 456
AY646393 TAAATTAATTGGCGGTCTCGCCGTGGCCCTCCTCTGCGCAGTAGTAAACACTCGCAACA 478
          *****
IPKKU180 AGGAGCCCGGGCGGCCCC-CTGCCGTAAACCCCCCA-CTTTTATAGTTGACCTCCAAT 514
AY646393 -GGAGCCCGGGCGGCTCCACTGCCGTAAACCCCCCACTTTTATAGTTGACCTCGAAT 537
          *****
IPKKU180 CAGGTGGGAGTAGCCGCTGAACCTAAGCATATAATCTGAATTCGTCGACAAGCTTCTCG 574
AY646393 CAGGTAGGACTACCCGCTGAACCTAAGCATATCAA-TAAGCGGAGGA----- 583
          *****
IPKKU180 AGCCAGGCTAGGTCTAGACCACACGTGTGGGGCCCCAGGCCGCGCCG 622
AY646393 -----

```

ภาพที่ 42 การเปรียบเทียบลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA ของเชื้อ *Metarhizium* sp.

IPKKU 180 กับเชื้อ *M. anisopliae* (AY646393) จากฐานข้อมูลของ GenBank
(บริเวณที่มีเครื่องหมาย * แสดงความเหมือนกันของเบส)

```

IPKKU181      CGCCGAGGGGTGAGTTCCTAGGTGATCTACCTCACATCCCCTCGGGAAGTATACCATCT 60
AF516305      -----CCGAGTTATCCAACCTCCCAACCCCT-GTGAATTATACC--TT 39
                *  ** *** * *** ** * *** * *

IPKKU181      AAATAATTGCTTCGGCGGGACATTCGCGCCCGCCGGGG-CGCAAACCTTCTGAATGTTTC 119
AF516305      TAATTGTGTGCTTCGGCGGGAC-TTCGCGCCCGCCGGGGACCCAAACCTTCTGAATTTTTT 98
                *** *****

IPKKU181      AATTAAGATCTTCGGAGTGGTTGAAAAAAT-AATCAAACTTTCTTACAACGGATCTTT 178
AF516305      AATAAGTATCTTCTGAGTGGTTAAAAAATGAATCAAACTTCA-ACAACGGATCTCT 157
                *** * *****

IPKKU181      TTGGTTCATGGCATCGATGAAGGACGCGGAAATGCGATAAGTAATGTGTATTGCGGAA 238
AF516305      T-GGTTC-TGGCATCGATGAAGAACGCGGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAA 215
                * *****

IPKKU181      TTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGTCAGTATTCTGGCGGGCATG 298
AF516305      TTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGTCAGTATTCTGGCGGGCATG 275
                *****

IPKKU181      CCTGTTTCGAGCGTCATTACTCCCCTCAAGTCCCCTGTG-ACTTGGTGTGGG-ATCGACG 356
AF516305      CCTGTTTCGAGCGTCATTACGCCCCCTCAAGTCCCCTGTGGACTTGGTGTGGGGATCGGC 335
                *****

IPKKU181      AGGCTGGTTTTTTCCAGCACAGCCGTCCTTAAATTGATTGGCGGTCTCGCCGTGGCCC 416
AF516305      AGGCTGGTTTT--CCAGCACAGCCGTCCTTAAATTGATTGGCGGTCTCGCCGTGGCCC 392
                *****

IPKKU181      TCCTCTGCGCAGTAG-AAAACACTCGCAACAGGAGCCCGGCGGGTCCCCTGCACGTAAA 475
AF516305      TCCTCTGCGCAGTAGTAAAACACTCGCAACAGGAGCCCGGCGGGTCCACTGC-CGTAAA 451
                *****

IPKKU181      ACCCCCCAACCTTTTTTATAGGTTGACCCTCGAAGTCAGGAAGGACCTACCACGCATGAA 535
AF516305      ACCCCCCAAC--TTTTTATAG----- 470
                *****

IPKKU181      CGTAACGCATACTACTCGTGAAGTTCGTGCGACAAGGCTTCAC 578
AF516305      -----

```

ภาพที่ 43 การเปรียบเทียบลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA ของเชื้อ *Metarhizium* sp.

IPKKU 181 กับเชื้อ *M. anisopliae* var. *anisopliae* (AF516305)

จากฐานข้อมูลของ GenBank (บริเวณที่มีเครื่องหมาย * แสดงความเหมือนกันของเบส)

```

IPKKU189      CAGAATTCGTGATTGTTTCCGTAGGTGAACCTGCGGAGGTATCATTACCGAGTTATCCAA 60
AY781698      -----CCGAGTTATCCAA 7
                      *****

IPKKU189      CTCCCAACCCCTGTGAATTATACCTTTAATTGTTGCTTCGGCGGGACTTCGCGCCCGCCG 120
AY781698      CTCCCAACCCCTGTGAATCATACCTTTAATTGTTGCTTCGGCGGGACTTCGCGCCCGCCG 67
                      *****

IPKKU189      GGGACCCAAACCTTCTGAATTTTTTAATAAGTATCTTCTGAGTGGTTAAAAAAT 180
AY781698      GGGACCCGAACCTTCTGAATTTTTTAATAAGTATCTTCTGAGTGGTTAAAA-----AAAT 122
                      *****

IPKKU189      GAATCAAACTTTCAACAACGGATCTTTTGGTTCGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAA 240
AY781698      GAATCAAACTTTCAACAACGGATCTTGGTTCGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAA 182
                      *****

IPKKU189      TGGCATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTG 300
AY781698      TGGCATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTG 242
                      *****

IPKKU189      CGCCCGTCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTACGCCCTCAAGTCCCC 360
AY781698      CGCCCGTCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTACGCCCTCAAGTCCCC 302
                      *****

IPKKU189      TGTGGACTTGGTGTGGGGATCGGCGAGGCTGCTTTTTTTTCCAGCACAGCCG-CCC 419
AY781698      TGTGGACTTGGTGTGGGGATCGGCGAGGCTGCTTTT-----CCAGCACAGCCGTCCC 355
                      *****

IPKKU189      TTAAATTGATTGGGGTTTCGCCG-GGCCCTCCTTGC-CAGTAGAAAAACACTCGCAAC 477
AY781698      TTAAATTGATTGGGGTTTCGCCGTTGCCCTCCTTGC-CAGTAGAAAAACACTCGCAAC 415
                      *****

IPKKU189      AGGGGCCCCGGCGGGTCCACTGCTGTAAACCCCCCACTTTTATGGTTGACCTCGAAT 537
AY781698      AGGAGCCCCGGCGGGTCCACTGCCGTAAACCCCCCACTTTTATAG----- 463
                      ***

IPKKU189      CAGGTGGGACTTCCCCGCTGAACTTAAGCATATAATCTGAATTCGCGACAGGCTTTTGGG 597
AY781698      -----

IPKKU189      CCTAGGGTGGCTTTAACCAACGTGTGGGGCCCGA 631
AY781698      -----

```

ภาพที่ 44 การเปรียบเทียบลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA ของเชื้อ *Metarhizium* sp.

IPKKU 189 กับเชื้อ *M. anisopliae* var. *anisopliae* (AY781698)

จากฐานข้อมูลของ GenBank (บริเวณที่มีเครื่องหมาย * แสดงความเหมือนกันของเบส)

```

IPKKU191      -----GTTGTCCGGAGGGTGAACCATGCGGATGGGATCATTACCGA  42
AY646372      GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGTCCCGTTGGTGAACCA-GCGGA-GGGATCATTACCGA  58
                ** * * * ***** *
                *

IPKKU191      CGTTATCCAACATCCCAACCCCTGTGAATTATACCTTTAAATTTGTTGCTTCGGCGGGGAC 102
AY646372      -GTTATCCAAC-TCCCAACCCCTGTGAATTATACCTTT--AATTGTTGCTTCGGCGGGGAC 114
                ***** *
                *

IPKKU191      TTTCGCGCCCGCGGGGACCCAAACCTTCTGAATTTTCAATTAGTATCTTCTGAGTGGT 162
AY646372      TTT-GCGCCCGCGGGGACCCAAACCTTCTGAATTTTAAATAAGTATCTTCTGAGTGGT 173
                *** ***** *
                *

IPKKU191      TTAAAAAATGAATCAAACCTTCAACAACGGATCTCTGGTCTGGCATCGATGAAGAA 222
AY646372      TAAAAAATGAATCAAACCTTCAACAACGGATCTCTGGTCTGGCATCGATGAAGAA 233
                * ***** *
                *

IPKKU191      CGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGA 282
AY646372      CGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGA 293
                ***** *
                *

IPKKU191      ACGCACATTGCGCCCGTCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGT-CGAGCGTCAT-ACGCCCC 340
AY646372      ACGCACATTGCGCCCGTCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTTCGAGCGTCATTACGCCCC 353
                ***** *
                *

IPKKU191      TCAAGTCCC-TGTGGACTTGGTGTGGGGATCGGCGAGGCTGGTTTTTCCCAGCACAAAG 399
AY646372      TCAAGTCCCCTGTGGACTTGGTGTGGGGATCGGCGAGGCTGGTTTT--CCAGCACAA-G 409
                ***** *
                *

IPKKU191      CCGTCCCTTAAATTGATTGGGGGTCTCGCCGTGGCCCTCCTCTGCGCAGTAGTAAACAC 459
AY646372      CCGTCCCTTAAATTGATTGGGGGTCTCGCCGTGGCCCTCCTCTGCGCAGTAGTAAACAC 469
                ***** *
                *

IPKKU191      TCGCAACAAGGAGCCGGCGCGGTC-ACTGCCGTAAACCCCCACCTTTTTTATAGTTGAC 518
AY646372      TCGCAACAGGAGCCGGCGCGGTCCTGCGGTAAACCCCCAACCTTTTT-ATAGTTGAC 528
                ***** *
                *

IPKKU191      CCTCCATCAGGTAGGACTACCCCGCTGAACTAAAGCATATAATCTGAATTCGTCGACAAG 578
AY646372      CTCGAATCAGGTAGGACTACCC-GCTGAACTTAAGCATATCAAT--AAGCGGAGGA---- 581
                * ***** *
                *

IPKKU191      CATTTTCGAGGCCTAGGCTAGCTCTAGACCACACCGTGTGGGGGCCCCGAGCTC 631
AY646372      -----

```

ภาพที่ 45 การเปรียบเทียบลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA ของเชื้อ *Metarhizium* sp.

IPKKU 191 กับเชื้อ *M. anisopliae* (AY646372) จากฐานข้อมูลของ GenBank
(บริเวณที่มีเครื่องหมาย * แสดงความเหมือนกันของเบส)

```

IPKKU194      CAAGGAATGGGCCAAAGGGGTAAGGTTTCGGAACCCAAAAATTCGTGATTG-TTTCGTA 59
AY646373      -----GGAAGT--AAAAGTCGTAACAAGGTTCCCGTT 30
                ****      * * * * *

IPKKU194      AGGGGACCCTCGGAAGGATCTTTACCCGAGTTTCCACCCCCCACCCTGGAATTAAA 119
AY646373      GGTGAACCAGCGGAGGGATCATTACC-GAGTTATCCAACTCCCAACCCCTGTGAATTATA 89
                * * * * *

IPKKU194      CCTTTAAATTGTTGCTTCGGGGGGGACTTGGCACCCGCCGGGGACCCAAACCTTCTGAA 179
AY646373      CCTTTAA-TTGTTGCTTCGGCGGG-ACTTTGCGCCCGCGGG-ACCCAAACCTTCTGAA 146
                *****

IPKKU194      TTTTTTAATAAG-ATCTTCGAGGGGTAAAAAATGAATCAAACTTTCCACAAC 238
AY646373      TTTTTTAATAAGTATCTTCTGAGTGGTTAAAAA--ATGAATCAAACTTTCAACAAC 204
                *****

IPKKU194      GGGATCTTTTGGTCTGGCATCGATGAAGAACCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATT 298
AY646373      GGTCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATT 264
                ** * *****

IPKKU194      GCAGGATTCAGTGAATCATCGGATCTTTGA-CGCACAATGCGCCCGTCAGTATTCTGG-G 356
AY646373      GCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGTCAGTATTCTGGCG 324
                *****

IPKKU194      GGAAAGCCTGTTTCGAGGGTCAATACGCCCTCAAGTCCCTGTGGACTTGGTGTGGGGA 416
AY646373      GGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTACGCCCTCAAGTCCCTGTGGACTTGGTGTGGGGA 384
                ** * *****

IPKKU194      TCGGC-AGGCTGGTTTTTTTTTCCAGCACAGCCGTCCTTAAATTGATTGGCGGTCTCG 475
AY646373      TCGGCGAGGCTGGTTTT-----CCAGCACAGCCGTCCTTAAATTGATTGGCGGTCTCG 438
                *****

IPKKU194      CCGTGGCCCTCCTCTGCGCAGTAGTAAACACTCGCAACAGGAGCCCGGCGCGGTCCACT 535
AY646373      CCGTGGCCCTCCTCTGCGCAGTAGTAAACACTCGCAACAGGAGCCCGGCGCGGTCCACT 498
                *****

IPKKU194      GCCGTAAACCCCCAACTTTTTATAGTTGACCTCGAATCAGGTAGGACTTACCCGCTGA 595
AY646373      GCCGTAAACCCCCAACTTTTTATAGTTGACCTCGAATCAGGTAGGACT-ACCCGCTGA 557
                *****

IPKKU194      ACTTAAGCATATAATCGGAAATCGTCGACAAGCATACTCGAGCCTAGGC 644
AY646373      ACTTAAGCATATCAAT--AAGCGGAGGA----- 583
                ***** * ** *

```

ภาพที่ 46 การเปรียบเทียบลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA ของเชื้อ *Metarhizium* sp.

IPKKU 194 กับเชื้อ *M. anisopliae* (AY646373) จากฐานข้อมูลของ GenBank
(บริเวณที่มีเครื่องหมาย * แสดงความเหมือนกันของเบส)

```

IPKKU200      TTGTTCCGAGGTGAACCTGCGGAGGGATAGTT-CCGAGT-ATCCAATCCCATCCCCTGT  58
AJ608970      ---TCCGTAGGTGAACCTGCGGAGGGATCATTACCGAGTTATCCAATCCCACCCCTGT  57
              * * * * *

IPKKU200      GAATTATACCTTTAATTGTTGCTTCGGCGGGACTTCGCGCCCGCGGGGACCCAAACCTT  118
AJ608970      GAATTATACCTTTAATTGTTGCTTCGGCGGGACTTCGCGCCCGCGGGGACCCAAACCTT  117
              * * * * *

IPKKU200      CTGAATTTTTTAATAAGTATCTTCTGAGTGGTTAAAAAAAATGAATCAAACTTTCAA  178
AJ608970      CTGAATTTTTTAATAAGTATCTTCTGAGTGGTTAAAAAA---ATGAATCAAACTTTCAA  174
              * * * * *

IPKKU200      CAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCCATAAGTAATGTG  238
AJ608970      CAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCCATAAGTAATGTG  234
              * * * * *

IPKKU200      AATTGCAGAATTCAGTGATTCATCGAATCTTTGACCGCACAAATGCGCCCGTCAGTATTCT  298
AJ608970      AATTGCAGAATTCAGTGATTCATCGAATCTTTGAACGCACATGCGCCCGTCAGTATTCT  294
              * * * * *

IPKKU200      GCCGG-CATGCCTGT-CGAGCG-CATTACGCCCC-CAAGTCCCTTGTG-ACTTGGTGTG  353
AJ608970      GCGCGGCATGCCTGTTCGAGCGTCATTACGCCCCCTCAAGTCCCTTGTGACTTGGTGTG  354
              * * * * *

IPKKU200      GGGATCGCGAGCTGGTTTTTTTTTCCAAGACAGCGGTCCCA-AAATGAATTGGGGGTTC-  411
AJ608970      GGGATCGGCGA--GGCTGGTTTTCCAGCACAGCCGTCCTTAAATTAATTGGCGGTCTCG  412
              * * * * *

IPKKU200      -CGGGGCC-TCCTTGGC-CGGTAA-AAAACCTTCAAAATGGGGCCCGGG---GGGCCTTT  464
AJ608970      CCGTGGCCCTCCTCTGCGCAGTAGTAAACACTCGCAACAGGAGCCCGCGCGGTCCACT  472
              * * * * *

IPKKU200      GCG--AAAACCCCCA--CTTTTATTGGTTACCTCAACCGGGGGGGGACCCC-----  512
AJ608970      GCCGTAAAACCCCCCACTTTTTATAGTTGACCTCGAATCAGGTAGGACTACCCGCTGAA  532
              * * * * *

IPKKU200      -----
AJ608970      CTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGA  557

```

ภาพที่ 47 การเปรียบเทียบลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA ของเชื้อ *Metarhizium* sp. IPKKU 200 กับเชื้อ *M. anisopliae* (AJ608970) จากฐานข้อมูลของ GenBank (บริเวณที่มีเครื่องหมาย * แสดงความเหมือนกันของเบส)

```

IPKKU207      GTACCACGCATGCTGCAACGCGTTAGGTTTCGGATCCAAAATTCGTGATTGTTTCCGTAGG 60
AJ608970      -----TCCGTAGG 8
                      *****

IPKKU207      TGAACCTG-GGAAGGATCATTAC-GAGTTATCCAACCTCCCAACCCCTGTGAATTATACCT 118
AJ608970      TGAACCTGCGGAGGGATCATTACCGAGTTATCCAACCTCCCAACCCCTGTGAATTATACCT 68
                      ***** ** *****

IPKKU207      TTAATTGT-GCTTCGGCGGGACTTCGCGCCCGCCCGGGACCCAAACCTTCTGA-TTTTT 176
AJ608970      TTAATTGTTGCTTCGGCGGGACTTCGCGCCCGCC-GGGGACCCAAACCTTCTGAATTTTT 127
                      ***** *****

IPKKU207      TAATAAGTATCTTCTGAGTGGCTAAAAAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTC 236
AJ608970      TAATAAGTATCTTCTGAGTGGTTAAAAAA--ATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTC 185
                      ***** *****

IPKKU207      TTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAAT 296
AJ608970      TTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAAT 245
                      *****

IPKKU207      TCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCC-GTCAGTATTCTGGCGGGCATGC 355
AJ608970      TCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGTCAGTATTCTGGCGGGCATGC 305
                      *****

IPKKU207      CTGTTCGAGCGTCATTACGCCCCCAAGTCCCCCTGTGGACTTGGTGTGGGGATCGGCGA 415
AJ608970      CTGTTCGAGCGTCATTACGCCCCCAAGTCCCCCTGTGGACTTGGTGTGGGGATCGGCGA 365
                      *****

IPKKU207      GGCTGGTTTTTCAGCACAGCCGTCCTTAAATTAATTGGCGGTCTCGCCGTGGCCCTCCT 475
AJ608970      GGCTGGTTTTTCAGCACAGCCGTCCTTAAATTAATTGGCGGTCTCGCCGTGGCCCTCCT 425
                      *****

IPKKU207      CTGCGCAGTAGTAAACACTCGCAACAGGAGCCCGCGCGGTCCACTGCCGTAAACCCC 535
AJ608970      CTGCGCAGTAGTAAACACTCGCAACAGGAGCCCGCGCGGTCCACTGCCGTAAACCCC 485
                      *****

IPKKU207      CCAACTTTTTATAGTTGACCTCGAATCAGGTAGGACTACCCGCTGAACCTTAAGCATATAA 595
AJ608970      CCAACTTTTTATAGTTGACCTCGAATCAGGTAGGACTACCCGCTGAACCTTAAGCATATCA 545
                      ***** *

IPKKU207      TCGTGAATTCGTCGACAAGCTTCTCGAGCCTAGGCTAGCTGGAGACC 642
AJ608970      ATAAGCGGAGGA----- 557
                      * *

```

ภาพที่ 48 การเปรียบเทียบลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA ของเชื้อ *Metarhizium* sp.

IPKKU 207 กับเชื้อ *M. anisopliae* (AJ608970) จากฐานข้อมูลของ GenBank

(บริเวณที่มีเครื่องหมาย * แสดงความเหมือนกันของเบส)

```

IPKKU212      TCCAGCATGCCCAAACGCGTTAGGTACGGACCCAGAATTGGGATTTTCCGTTAGGT--AC 58
AY237118      -----TCCGTAGGTGAAC 13
                      ***** **

IPKKU212      CCCCCGAGGG-ATCATTACCGAGTTACCCACTCCCCACCCCTG-GAATCA-ACCCTTAAT 115
AY237118      CTGCGGAGGGCATCATTACCGAGTTATCCAACCTCCACCCCTGTGACTTATACCTTAAT 73
                      * ***** ***** ** * * * * *

IPKKU212      TGGTGCT-CGGCGGAACTTGGCGCCC-CCGGGGACCCAA-CCTTTTGA-TTTTCAATTA 171
AY237118      TGTGCTTCGGCGGGACTTTGCGCCCGCGGGACCCAAACCTTCTGAATTTTAAATAA 133
                      ** * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *

IPKKU212      AGATCTTCTGAG-GGTTAAAAAAATGAATCAAACTTTCAACCACGGATCTCTTG--TC 228
AY237118      GTATCTTCTGAGTGGTTAAAAAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTC 193
                      ***** ***** **

IPKKU212      TGGCATCGATGAAGAATGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGA 288
AY237118      TGGCATCGATGAAGAACGCGAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGA 253
                      *****

IPKKU212      ATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGTCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTTTCG 348
AY237118      ATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGTCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTTTCG 313
                      *****

IPKKU212      AGCGTCATTACGCCCTCAAGTCCCCTGTGGACTTGGTGTGGGGATCGGCGAGGCTGGT 408
AY237118      AGCGTCATTACGCCCTCAAGTCCCCTGTGGACTTGGTGTGGGGATCGGCGAGGCTGGT 373
                      *****

IPKKU212      TTTTCCAGCACAGCCGTCCTTAAATTGATTGGCGGTCTCGCCGTGGCCCTCCTCTGC 468
AY237118      TTTTCC-AGCACAGCCGTCCTTAAATTGATTGGCGGTCTCGCCGTGGCCCTCCTCTGC 432
                      *****

IPKKU212      GCAGTAGTAAACACTCGCAACAGGAGCCCGCGCGGTCCACTGCCGTAAACCCCCCA 528
AY237118      GCAGTAGTAAACACTCGCAACAGGAGCCCGCGCGGTCCACTGCCGTAAACCCCCCA 492
                      *****

IPKKU212      ACTTTTACAGTTGACCTCGAATCAGGTAGGACTACCCGCTGAACCTTAAGCATATAATCT 588
AY237118      ACTTTTATAGTTGACCTCGAATCAGGTAGGACTACCCGCTGAACCTTAAGCAT--AATCA 550
                      *****

IPKKU212      GAATTCGTCGACAAGCTTCTCGAGCCTAGGCTAGCTGTAGACCAC 633
AY237118      TAAGCGGAGGA----- 561
                      ** * **

```

ภาพที่ 49 การเปรียบเทียบลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA ของเชื้อ *Metarhizium* sp.

IPKKU 212 กับเชื้อ *M. anisopliae* (AY237118) จากฐานข้อมูลของ GenBank

(บริเวณที่มีเครื่องหมาย * แสดงความเหมือนกันของเบส)

```

IPKKU214      AGTCCAACGCATGTGCCAAAACGTTTAAGTTTCGGATCCAGAATTCGGGATT--GTTTCC 58
AY646369      -----GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGTCTCC 27
                *** * * * * * * * * *

IPKKU214      GTAGGGGAACCCCGGAAGGGATCATTACCGAGGTATCCAACCTCCAACCCCTGTGAATT 118
AY646369      GTTGGTGAACCAAGCGGA-GGGATCATTACCGAGTTATCCAACCTCCAACCCCTGTGAATT 86
                ** * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *

IPKKU214      ATACCCCTTTAATTGTTGCT-CGGCGGGACTTCGCGCCCCCGGGGACCCAAACCTTCTGA 177
AY646369      ATACC-TTTAATTGTTGCTTCGGCGGGACTTCGCGCCCCCGGGGACCTAAACCTTCTGA 145
                * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *

IPKKU214      ATTTTTC AATTAGTATTTTCTGAGGGTTTAAAAAAATGAATCAAACTTTCAACAACGG 237
AY646369      ATTTTTTAATAAGTATCTCTGAGTGGTTAAAAAAATGAATCAAACTTTCAACAACGG 205
                * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *

IPKKU214      ATCTCTTGTTCTGGCATCGATGAAGAAGCGAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGC 297
AY646369      ATCTCTTGTTCTGGCATCGATGAAGAAGCGAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGC 265
                * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *

IPKKU214      AGAATTCAAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGTCAGTATTCTGGCGGG 357
AY646369      AGAATTCAAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGTCAGTATTCTGGCGGG 325
                * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *

IPKKU214      CATGCCTGTTTCGAGCGTCATTACGCCCTCAAGTCCCCTGTGGACTTGGTGTGGGGATC 417
AY646369      CATGCCTGTTTCGAGCGTCATTACGCCCTCAAGTCCCCTGTGGACTTGGTGTGGGGATC 385
                * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *

IPKKU214      GGCAGAGGCTGGTTTTTTCCAGCACAGCCGTCCCTTAAATTGATTGGCGGTCTCGCCGTG 477
AY646369      GGCAGAGGCTGGTTTT---CCAGCACAGCCGTCCCTTAAATTGATTGGCGGTCTCGCCGTG 442
                * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *

IPKKU214      GCCCTCCTCTGCGCGGTAGTAAACACTCGCAACAGGAGCCCGGCGCGGTCCACTGCCGT 537
AY646369      GCCCTCCTCTGCGCAGTAGTAAACACTCGCAACAGGAGCCCGGCGCGGTCCACTGCCGT 502
                * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *

IPKKU214      AAAACCCCCCAACTTTTTTATAGTTGACCTCGAATCAGGTAGGACTACCCGCTGAACCTA 597
AY646369      AAAACCCCCCAACTTTTT-ATAGTTGACCTCGAATCAGGTAGGACTACCCGCTGAACCTA 561
                * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *

IPKKU214      AGCATATAATCTGAATTCGTCGACAAGCTTCTCGAGCCTAGGCTAGCTGGAGACCA 653
AY646369      AGCATATCAAT--AAGCGGAGGA----- 572
                * * * * * * * * * *

```

ภาพที่ 50 การเปรียบเทียบลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA ของเชื้อ *Metarhizium* sp.

IPKKU 214 กับเชื้อ *M. anisopliae* (AY646369) จากฐานข้อมูลของ GenBank
(บริเวณที่มีเครื่องหมาย * แสดงความเหมือนกันของเบส)

```

IPKKU218      GAATTCGTGATTGTTTCCGTAGGTGAACCTGCGGAGGTATCATTACCGAGTTATCCAAC 60
AJ608970      -----TCCGTAGGTGAACCTGCGGAGGGATCATTACCGAGTTATCCAAC 45
                *****

IPKKU218      CCCAACCGCTGTGAATCATACCTTTAATTGTTGCTTCGGCGGGACTTCGCGCCCGCCGGG 120
AJ608970      CCCAACCCCTGTGAATTATACCTTTAATTGTTGCTTCGGCGGGACTTCGCGCCCGCCGGG 105
                *****

IPKKU218      GACCCAAACCTTCTGAATTTTCAATTAGTATTTCTGAGTGGTTTAAAAAAAAATGAAT 180
AJ608970      GACCCAAACCTTCTGAATTTTCAATAAGTATCTTCTGAGTGGTT---AAAAAATGAAT 162
                *****

IPKKU218      CAAAACTTTCAACAACGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCG 240
AJ608970      CAAAACTTTCAACAACGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCG 222
                *****

IPKKU218      ATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATTTTGAACGCACATTGCGCC 300
AJ608970      ATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTGAACGCACATTGCGCC 282
                *****

IPKKU218      CGTCAGTATTCTGGCGG-CATGCCTGTTTCGAGCGTCATTACGCCCTCAAGTCCC-TGTG 359
AJ608970      CGTCAGTATTCTGGCGGCGATGCCTGTTTCGAGCGTCATTACGCCCTCAAGTCCCCTGTG 342
                *****

IPKKU218      GACTTGGTGTGGGGATCGGCGAGGCTGGATTTTACCCAGCAGAGCCGTCC-TTAAATTG 418
AJ608970      GACTTGGTGTGGGGATCGGCGAGGCTGGTTTT---CCAGCACAGCCGTCCCTTAAATTA 399
                *****

IPKKU218      ATTGGCGGTCTCGCCGTGGCCCTGCTCTGCGCAGTAGTAAACACTCGCA-CAGGAGCCC 477
AJ608970      ATTGGCGGTCTCGCCGTGGCCCTCCTCTGCGCAGTAGTAAACACTCGCAACAGGAGCCC 459
                *****

IPKKU218      GGCGCGG-CCACTGCCGTAAACCCCCCA-CTTTTAT-GTTGACCTC-AATCAGGTAGG 533
AJ608970      GGCGCGGTCCACTGCCGTAAACCCCCCACTTTTATAGTTGACCTCGAATCAGGTAGG 519
                *****

IPKKU218      ACTACCCGCTGA-CTTAAGCATATACTGAATTCGCGACAGCATCTCGAGCCTAGGCTG 592
AJ608970      ACTACCCGCTGAACCTAAGCATATCAA-TAAGCGGAGGA----- 557
                *****

IPKKU218      CTCTAACCAACGTGTGGGGGCGCGCTCGCG 623
AJ608970      -----

```

ภาพที่ 51 การเปรียบเทียบลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA ของเชื้อ *Metarhizium* sp.

IPKKU 218 กับเชื้อ *M. anisopliae* (AJ608970) จากฐานข้อมูลของ GenBank
(บริเวณที่มีเครื่องหมาย * แสดงความเหมือนกันของเบส)

```

IPKKU221      GTATTGCCATCCAGAATTCGTGATTGTTTCCGTAGGTGATCCTGCGGAGGTTTCATTACC 60
AJ608970      -----TCCGTAGGTGAACCTGCGGAGGGATCATTACC 32
                *****
IPKKU221      GAGTTATCCAACCTCCCAACCGCTGTGAATTATACCTTAAATTGTTGCTTCGGCGGGACT 120
AJ608970      GAGTTATCCAACCTCCCAACCGCTGTGAATTATACCTTAA-TTGTGCTTCGGCGGGACT 91
                *****
IPKKU221      TCGCGCCCGCGGGGACCCAAACCTTCTGAATTTTCAATTAGTATCTTCTGAGTGGTTT 180
AJ608970      TCGCGCCCGCGGGGACCCAAACCTTCTGAATTTTAAATAAGTATCTTCTGAGTGGTT- 150
                *****
IPKKU221      AAAAAAATGAATCAAACTTTCAACACCGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACG 240
AJ608970      AAAAAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACG 210
                *****
IPKKU221      CAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAAC 300
AJ608970      CAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAAC 270
                *****
IPKKU221      GCACATTGCGCCCGTCAGTATTCTGGCGG-CATGCCTGTTCGAGCGTCATTACGCCCTC 359
AJ608970      GCACATTGCGCCCGTCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTTCGAGCGTCATTACGCCCTC 330
                *****
IPKKU221      AAGTCCCCTGTGGACTAGGTGTGGGGATCGGCGAGGCTGCTTTTCCAGCACAGCCG 419
AJ608970      AAGTCCCCTGTGGACTTGTGTGGGGATCGGCGAGGCTGGTTTTT---CCAGCACAGCCG 387
                *****
IPKKU221      TCC-TTAGATTGATTG-CGGTCTCGCCGTGGCCCTGCTCTGCGCAGTAGTAAACACTCG 477
AJ608970      TCCCTTAAATTAATTGGCGGTCTCGCCGTGGCCCTCCTCTGCGCAGTAGTAAACACTCG 447
                *** **
IPKKU221      CA-CAGGAGCCCGCGCGGGTCACTGCTGTAAAACCCCCAACTTTTATAGTTGACCT 536
AJ608970      CAACAGGAGCCCGCGCGGTCCACTGCCGTAAAACCCCCAA-CTTTTATAGTTGACCT 506
                ** *****
IPKKU221      CCAATCAGGTAGGACTACCCCGCTGAACCTTAAGCATATAATCTGAATTCGTCGACAGCCT 596
AJ608970      CGAATCAGGTAGGACTACCC-GCTGAACCTTAAGCATATCAAT--AAGCGGAGGA----- 557
                * ***** * ** *
IPKKU221      CTTGAGCCTAGGCTAGCTCTAGACCACACGTGT 629
AJ608970      -----

```

ภาพที่ 52 การเปรียบเทียบลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA ของเชื้อ *Metarhizium* sp.

IPKKU 221 กับเชื้อ *M. anisopliae* (AJ608970) จากฐานข้อมูลของ GenBank

(บริเวณที่มีเครื่องหมาย * แสดงความเหมือนกันของเบส)

```

IPKKU225      GGGGGGACCCCCGGGAGGGTTTTTCCCGGGTTTCCACCCCCACCCCCCTGGAAATA 60
AY635457      -----ATCATTACCGAGCTTATCCAACCTCCCAACCCCTGTGAATTA 41
                * * * * *
IPKKU225      AACCCTTAAATTTTGGCCCGGGAACTTGGGGCCGCGGGGACCCCAACCCCTTCAAAT 120
AY635457      TACCTTTAATTGTTGCTTCGGCGGGACTTCGCGCCCGCGGGGACCCAAACCTTCTGAAT 101
                *** ** * * * * *
IPKKU225      TTTTAAATAAGTATCTTCTGGGGTTAAAAAAATGAATCAA--TCTTTCACCACGGATC 178
AY635457      TTTTAAATAAGTATCTTCTGAGTGGTTAAAAAAATGAATCAAACCTTCAACAACGGATC 161
                ***** * * * * *
IPKKU225      TCTTGGTTCCTGGCATCGATGAAGAAGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGA 238
AY635457      TCTTGGTTCCTGGCATCGATGAAGAAGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGA 221
                *****
IPKKU225      ATTCAGTGAATCATCGATTCTTTGAAGGCACATGGCGCCCGTCAGTATTCTGGCGGGCAT 298
AY635457      ATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAAGGCACATGGCGCCCGTCAGTATTCTGGCGGGCAT 281
                *****
IPKKU225      GCCTGTTCGAGCGTCATTACGCCCTCAAGTCCCTGTGGACTTGGTGTGGGGATCGGC 358
AY635457      GCCTGTTCGAGCGTCATTACGCCCTCAAGTCCCTGTGGACTTGGTGTGGGGATCGGC 341
                *****
IPKKU225      GAGGCTGGTTTCCAGCACAGCCGTCCTTAAATTAATTGGCGGTCTCGCCGTGGCCCTC 418
AY635457      GAGGCTGGTTTCCAGCACAGCCGTCCTTAAATTAATTGGCGGTCTCGCCGTGGCCCTC 401
                *****
IPKKU225      CTCTGCGCAGTAGTAAAACACTCGCAACAGGAGCCCGGCGCGGTCCACTGCCGTAAACC 478
AY635457      CTCTGCGCAGTAGTAAAACACTCGCAACAGGAGCCCGGCGCGGTCCACTGCCGTAAACC 461
                *****
IPKKU225      CCCCAACTTTTATAGTTGACCTCGAATCAGGTAGGACTACCCGCTGAACCTTAAGCATAT 538
AY635457      CCCCAACTTTTATAGTTGACCTCGAATCAGGTAGGACTACCCGCTGAACCTTAAGCATAT 521
                *****
IPKKU225      AATCTGAATTCGTCGACAAGCATCTCGAGCCTAGGCTAGCTGTAGACCA 587
AY635457      CAATAAG---CGGAGGGAA----- 537
                * * * * *

```

ภาพที่ 53 การเปรียบเทียบลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA ของเชื้อ *Metarhizium* sp.

IPKKU 225 กับเชื้อ *M. anisopliae* var. *anisopliae* (AY635457)

จากฐานข้อมูลของ GenBank (บริเวณที่มีเครื่องหมาย * แสดงความเหมือนกันของเบส)

```

IPKKU234      GGTCCAAGCATGCGCCAAAAGCGTTAGGATCGGATCCAGAATTCGTAATTGTTCCCGTAG 60
AJ608970      -----TCCGTAG 7
                      *****

IPKKU234      GTGAACCT-CGGAAGGATCATTACCGAGTTATCCAACCTCCCAACCCCTGTGA-TCATACC 118
AJ608970      GTGAACCTGCGGAGGGATCATTACCGAGTTATCCAACCTCCCAACCCCTGTGAATTATACC 67
                      ***** * *****

IPKKU234      TT-AATTGTGGCT-CGGCGGGACTTCGCGCCCGCGGGGACCC--AACCTTCTGA-TTTTT 173
AJ608970      TTTAATTGTGCTTCGGCGGGACTTCGCGCCCGCGGGGACCCAAACCTTCTGAATTTTT 127
                      ** ***** * *****

IPKKU234      TAATAAGTATCTTCTGAGTGGTTAAAAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTT 233
AJ608970      TAATAAGTATCTTCTGAGTGGTTAAAAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTT 187
                      *****

IPKKU234      GGTTCCTGGCATCGATGAAGA-CGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTC 292
AJ608970      GGTTCCTGGCATCGATGAAGAAGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTC 247
                      *****

IPKKU234      AGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGTCAGTATTCTGGCGGGCATGCCT 352
AJ608970      AGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGTCAGTATTCTGGCGGGCATGCCT 307
                      *****

IPKKU234      GTTCGAGCGTCATTACGCCCCCTCAAGTCCCCTGTGGACTTGGTGTGGGGATCGGCGAGG 412
AJ608970      GTTCGAGCGTCATTACGCCCCCTCAAGTCCCCTGTGGACTTGGTGTGGGGATCGGCGAGG 367
                      *****

IPKKU234      CTGGTTTTCCAGCACAGCCGTCCTTAAATTAATTGGCGGTCTCGCCGTGGCCCTCCTCT 472
AJ608970      CTGGTTTTCCAGCACAGCCGTCCTTAAATTAATTGGCGGTCTCGCCGTGGCCCTCCTCT 427
                      *****

IPKKU234      GCGCAGTAGTAAAGCACTCGCAACAGGAGCCCGGCGCGGTCCACTGCCGTAAACCCCC 532
AJ608970      GCGCAGTAGTAAACACTCGCAACAGGAGCCCGGCGCGGTCCACTGCCGTAAACCCCC 487
                      *****

IPKKU234      AACTTTTTATAGTTGACCTCGAATCAGGTAGGACTACCCGCTGAACTTAAGCATATAATC 592
AJ608970      AACTTTTTATAGTTGACCTCGAATCAGGTAGGACTACCCGCTGAACTTAAGCATATAATC 547
                      *****

IPKKU234      TGAATTCGTCGACAAGCTTCTCGAGCCTAGGCTAGCTGTAGACCA 637
AJ608970      --AAGCGGAGGA----- 557
                      ** * **

```

ภาพที่ 54 การเปรียบเทียบลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA ของเชื้อ *Metarhizium* sp.

IPKKU 234 กับเชื้อ *M. anisopliae* (AJ608970) จากฐานข้อมูลของ GenBank
(บริเวณที่มีเครื่องหมาย * แสดงความเหมือนกันของเบส)

IPKKU239	CAATGCCCAAACCCGTTAGGTTTCGGATCCAAATTCGTGATTGTTCCCGTAGGTGACCCCC	60
DQ150249	-----	
IPKKU239	GGAGGGATCATTACCGAGTTACCCACCCCCACCCCTG-GAAATAAACCCCTTAAATGTG	119
DQ150249	-----CATTACCGAGTTATCCAACCTCCAACCCCTGTGAATTATACCTTTAATTGTT	52
	***** ** *	
IPKKU239	GCT-CGGCGGGACTTCGGGCCCCCGGGGACCCAAACCT-CTGAATTTTTTAATAAAGAT	177
DQ150249	GCTTCGGCGGGACTTCGCGCCCGCGGGACCCAAACCTTCTGAATTTTTTAATTAGTAT	112
	*** ***** *	
IPKKU239	CTTCTGAGTGGTTAAAAAATAATGTATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGTTCT	237
DQ150249	CTTCTGAGTGGTTTAAAAAATAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGTTCT	172

IPKKU239	GGCATCGATGAAGA-CGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGTATTGCAGAATTCAGTGA-	295
DQ150249	GGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGA	232

IPKKU239	TCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGTCAGTATTCTGGCGGCATGCCTGTTCGA	355
DQ150249	TCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGTCAGTATTCTGGCGGCATGCCTGTTCGA	292

IPKKU239	GCGTCATTACGCCCTCAAGTCCCTGTGGACTTGGTGTGGGGATCGGCGAGGCTGGTT	415
DQ150249	GCGTCATTACGCCCTCAAGTCCCTGTGGACTTGGTGTGGGGATCGGCGAGGCTGGTT	352

IPKKU239	TTTTTTTCCAGCACAGCCGTCCTTAAATTGATTGGCGGTCTCGCCGTGGCCCTCCTCT	475
DQ150249	TTTT---CCAGCACAGCCGTCCTTAAATTGATTGGCGGTCTCGCCGTGGCCCTCCTCT	408
	**** *	
IPKKU239	GCGCAGTAGTAAAAACCCGCAACAGGAGCCCGCGCGGTCCACTGCCGTAAACCCCC	535
DQ150249	GCGCAGTAGTAAACACTCGCAACAGGAGCCCGCGCGGTCCACTGCCGTAAACCCCC	468

IPKKU239	AACTTTTTATAGTTGACCTCGAATCAGGTAGGACTACCCGCTGAACCTAAGCATATAATC	595
DQ150249	AACTTTTTATAGTTGACCTCGAATCAGGTAGGACTACCCGCTGAACCTAAGCAT-----	522

IPKKU239	TGAATTCGTCGACAAGCTTCTCGAGCCTAGGCTAGCTGGAGACCA	640
DQ150249	-----	

ภาพที่ 55 การเปรียบเทียบลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA ของเชื้อ *Metarhizium* sp.

IPKKU 239 กิ่งเชื้อ *M. anisopliae* var. *anisopliae* (DQ150249)

จากฐานข้อมูลของ GenBank (บริเวณที่มีเครื่องหมาย * แสดงความเหมือนกันของเบส)

```

IPKKU244      -----AGTAGGCAACTCCACACCC--CCTTGGGAG  28
AY237118      TCCGTAGGTGAACCTGCGGAGGGCATCATTACCGAGTTATCCAACCTCCACCCCTGTGAC  60
                *   *   *   *   *   *   *   *   *

IPKKU244      TGATCCCTTTAAATTGGTGGCTCGGCTGGACCTTCGGGCCGCCGGGACCCCAAAACCT  88
AY237118      TTATACCTTT--AATTGTTGCTTCGGCGGGACTTTGCGCCCGCGGGGACCC--AAACCT  116
                *   *   *   *   *   *   *   *   *   *   *   *   *   *   *

IPKKU244      TCAAGAATTTTCAACTTAGTATCTTCAAGGGGGTTAAAAAAGTGAATCAAATCTTT  148
AY237118      TCT-GAATTTTAA-TAAGTATCTTCT-GAGTGGTTAAAAA-TGAATCAAACCTTT  172
                **   *   *   *   *   *   *   *   *   *   *   *   *   *

IPKKU244      TCAACAACCGGTCTTGTGGGTCTGTCATCGATGAAGATCGCAGCGAAATGCGATAAGTAG  208
AY237118      -CAACAACGGATCTCTGGTCTGCGCATCGATGAAGAACGAGCGAAATGCGATAAGTAA  231
                ***** *   *   *   *   *   *   *   *   *   *   *

IPKKU244      TGTGAATTGCAGAATTCAG-GAATCATCCGATTCTTTGAACGCACATTGCGCCCGTCAGT  267
AY237118      TGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATC-GAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGTCAGT  290
                ***** *   *   *   *   *   *   *   *   *   *   *

IPKKU244      ATTCTGGCGG-CATGCCTGTTTCGAGCGTCATTACGCCCCCAAGTCCCCTGTGGACTTGG  326
AY237118      ATTCGGCGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTACGCCCCCAAGTCCCCTGTGGACTTGG  350
                ***** *   *   *   *   *   *   *   *   *   *   *

IPKKU244      TGTGGGGATCGGCGTGGCTGGTTTTTTCCAGACAGCCGTCCCTTAAATGATTGGCGG  386
AY237118      TGTGGGGATCGGCGAGGCTGGTTTTTTCCAGACAGCCGTCCCTTAAATGATTGGCGG  410
                ***** *   *   *   *   *   *   *   *   *   *   *

IPKKU244      TCTCGCCAGTGGCCCTCCTCTGCGCAGTAGAAAACCTCCTCGCAACAGGAGCCCGGCGCGG  446
AY237118      TCTCGCC-GTGGCCCTCCTCTGCGCAGTAGTAAACACTCGCAACAGGAGCCCGGCGCGG  469
                ***** *   *   *   *   *   *   *   *   *   *   *

IPKKU244      TCCACTACCTGTAAACCCCCCACTTTTTTATAGTTGACCTCGAATCAAATAGGACCT  506
AY237118      TCCACTGCC-GTAAACCCCCCACTTTTTTATAGTTGACC-TCGAATCAGGTAGGAC-T  526
                ***** *   *   *   *   *   *   *   *   *   *   *

IPKKU244      ACCCGCATGAACGTTAAGCATACTAACTCGTAAGTTCTGTGACAAGGCATTTCAC  561
AY237118      ACCCGC-TGAAC-TTAAGCATAATCATAAGCGGAGGA-----  561
                ***** *   *   *   *   *   *   *   *   *

```

ภาพที่ 56 การเปรียบเทียบลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA ของเชื้อ *Metarhizium* sp. IPKKU 244 กับเชื้อ *M. anisopliae* (AY237118) จากฐานข้อมูลของ GenBank (บริเวณที่มีเครื่องหมาย * แสดงความเหมือนกันของเบส)

```

IPKKU246      CGGTACAAGCATGCCCCAACGCGTTAGGTTTTCGGATCCAGAATTCGGTATTGTTCCGCTAG 60
AJ608970      -----TCCGCTAG 7
                      *****

IPKKU246      GTGAACCC-CGGAGGGATCATTACCGAGTA--CCCACTCCCAACCCCTGTGA-TCATACA 116
AJ608970      GTGAACCTGCGGAGGGATCATTACCGAGTTATCCAACCTCCCAACCCCTGTGAATTATACC 67
                      ***** ** ***** *

IPKKU246      TT-AATTGTTGCTTCGGCGGGACTTCGCGCCCGCGGGGACCCAAACCTTCTGAATTTT 175
AJ608970      TTTAATTGTTGCTTCGGCGGGACTTCGCGCCCGCGGGGACCCAAACCTTCTGAATTTT 127
                      ** *****

IPKKU246      AAATAAGTATCTTCTGAGTGGTTAAAAAATGAATCAAACCTTTCACCAACGGATCTCT 235
AJ608970      TAATAAGTATCTTCTGAGTGGTTAAAAAATGAATCAAACCTTTCACCAACGGATCTCT 186
                      *****

IPKKU246      TGGTTCGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATT 295
AJ608970      TGGTTCGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATT 246
                      *****

IPKKU246      CAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGTCAGTATTCTGGCGGGCATGCC 355
AJ608970      CAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGTCAGTATTCTGGCGGGCATGCC 306
                      *****

IPKKU246      TGTTCGAGCGTCATTACGCCCTCAAGTCCCTGTGGACTTGGTGTGGGGATCGGCGAG 415
AJ608970      TGTTCGAGCGTCATTACGCCCTCAAGTCCCTGTGGACTTGGTGTGGGGATCGGCGAG 366
                      *****

IPKKU246      GCTGGTTTTCAGCACAGCCGTCCTTAAATTAATTGGCGGTCTCGCCGTGGCCCTCCTC 475
AJ608970      GCTGGTTTTCAGCACAGCCGTCCTTAAATTAATTGGCGGTCTCGCCGTGGCCCTCCTC 426
                      *****

IPKKU246      TGCGCAGTAGTAAAGCACTCGCAACAGGAGCCCGGCGGGTCCACTGCCGTAAAACCCCC 535
AJ608970      TGCGCAGTAGTAAAGCACTCGCAACAGGAGCCCGGCGGGTCCACTGCCGTAAAACCCCC 486
                      *****

IPKKU246      CAACTTTTATAGTTGACCTCGAATCAGGTAGGACTACCCGCTGAACCTTAAGCATATAAT 595
AJ608970      CAACTTTTATAGTTGACCTCGAATCAGGTAGGACTACCCGCTGAACCTTAAGCATATCAA 546
                      *****

IPKKU246      CGTGAATTCGTCGACAAGCATCTCGAGCCTAGGCTA 631
AJ608970      TAAGCGGAGGA----- 557
                      *

```

ภาพที่ 57 การเปรียบเทียบลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA ของเชื้อ *Metarhizium* sp.

IPKKU 246 กับเชื้อ *M. anisopliae* (AJ608970) จากฐานข้อมูลของ GenBank
(บริเวณที่มีเครื่องหมาย * แสดงความเหมือนกันของเบส)

```

IPKKU247      TTGTTCCGAGGGTGAACCATGCGGATGGGATCAT-ACCGACGTATCCAACTCCCAACCCC 59
AF135210      -----GGAGGGATCATTACCGAGTTATCCAACTCCCAACCCC 37
                *      *****      *****

IPKKU247      TGTGAATCAAACCTTTAAATTTGTTGCTTCGGCGGGACTTCGCGCCCGCCGGGACCCAAA 119
AF135210      TGTGAATCATACCTTTAA-TTGTTCCTTCGGCGGGACTTCGCGCCCGCCGGGACCCAAA 96
                *****

IPKKU247      CCTTCTGAATTTTTTAATAAGTATCTTCTGAGTGGTTAAAAAAATGAATCAAACTTTC 179
AF135210      CCTTCTGAATTTTTTAATAAGTATCTTCTGAGTGGTTAAAAAAATGAATCAAACTTTC 156
                *****

IPKKU247      AACACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATG 239
AF135210      AACACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATG 216
                *****

IPKKU247      TGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGTCAGTATT 299
AF135210      TGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGTCAGTATT 276
                *****

IPKKU247      CTGGCGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTACGCCCTCAAGTCCCCTGTGGACTTGGTGT 356
AF135210      CTGGCGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTACGCCCTCAAGTCCCCTGTGGACTTGGTGT 336
                *****

IPKKU247      TGGGGATCGGCGAGGCTGGTTTTCCAGCACAGCCGTCCCTTAAATTAATGGCGGTCTCG 419
AF135210      TGGGGATCGGCGAGGCTGGTTTTCCAGCACAGCCGTCCCTTAAATTAATGGCGGTCTCG 396
                *****

IPKKU247      CCGTGGCC-TCCTCTGCGCAGTAGTAAAGCACTCGCAACAGGA-CCCGGCGCGG-CCACT 476
AF135210      CCGTGGCCCTCCTCTGCGCAGTAGTAAAGCACTCGCAACAGGAGCCCGGCGCGGTCCACT 456
                *****

IPKKU247      GC-GTAA--CCCCAACTTTT-ATAGTTGACCTCGAATCAGG-AGGACTACCCGCTGAC 531
AF135210      GCCGTAAACCCCCCACTTTTATAGTTGACCTCGAATCAGGTAGGACT----- 506
                ** *****

IPKKU247      TTAAAGCATATAATCTGATTCGTCGAAAGCATCTCGAGCCAAGGCTAGCTCAAGACCACA 591
AF135210      -----

IPKKU247      CGGGTGGGGGCCCCGAGCCTCGCGGCC 617
AF135210      -----

```

ภาพที่ 58 การเปรียบเทียบลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA ของเชื้อ *Metarhizium* sp.

IPKKU 247 กับเชื้อ *M. anisopliae* var. *anisopliae* (AF135210)

จากฐานข้อมูลของ GenBank (บริเวณที่มีเครื่องหมาย * แสดงความเหมือนกันของเบส)

4.3 การหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม

จากการนำลำดับเบสที่ได้มาทำการเปลี่ยนรูปแบบของลำดับเบสให้อยู่ในรูปของ FASTA format แล้วเปรียบเทียบลำดับเบสของเชื้อตัวแทนไอโซเลตทั้ง 18 ไอโซเลต กับลำดับเบสของเชื้อ *M. anisopliae* var. *anisopliae* (AF516295 และ AF134150), *M. anisopliae* var. *majus* (AF137060), *M. flavoviride* var. *flavoviride* (AF138269), *M. album* (AF137067) และ *Beauveria bassiana* (AJ345090) จากฐานข้อมูลของ GenBank (ภาพที่ 59) และแก้ไขลำดับเบสโดยตัดส่วนแรกและส่วนท้ายของลำดับเบส เพื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดการวิเคราะห์ลำดับเบสที่ตำแหน่งเดียวกันด้วยโปรแกรม BioEdit สำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (phylogenetic relationship) จากค่าความแตกต่างทางพันธุกรรม (genetic distance) (ภาพที่ 60 และตารางที่ 18) ซึ่งคำนวณได้จาก distance matrix แล้วนำค่าความแตกต่างทางพันธุกรรมที่ได้มาสร้าง phylogenetic tree โดยวิธี Neighbor-joining ได้ phylogenetic tree ดังแสดงในภาพที่ 61

```

IPKKU246      CCGTACAAGCATGCCCCAAC-GCGTTAGGTTTCGGATCCAGAATTC----GGTATTGTTTC
IPKKU234      -GGTCCAAGCATGCGCCAAAAGCGTTAGGAT-CGGATCCAGAATTC----GTAATTGTTTC
IPKKU225      -----
IPKKU239      -----CAATGCCCAAACCCGTTAGGTTTCGGATCCAAATTCGTGATTGTTTC
IPKKU212      -----TCCAGCATGCCCAAACGCGTTAGGTACGGACCCAGAATTGGGATT-TTT
IPKKU181      -----
IPKKU244      -----
IPKKU194      ----CAAGGAATGGGCCAAAGGGTAAGGTTTCGGAACCCAAAAATTCGTGATTGTTTCC
IPKKU214      AGTCCAACGCATGTGCCAAAACGTTTAAGTTTTCGGATCCAGAATTCGG--GATTGTTTCC
AF516295      -----
IPKKU207      -----GTACCACGCATGCTGCAACGCGTTAGGTTTCGGATCCAAATTCGTGATTGTT
AF134150      -----
IPKKU221      -----GTATTGCCATCCAGAATTCGTGATTGTTTCCG
IPKKU218      -----GAATTCGTGATTGTTTCCG
IPKKU191      -----GTTGTTCCGG
IPKKU247      -----TTGTTCCG-
IPKKU180      -----TTGTTCCG-
IPKKU200      -----TTGTTCCG-
IPKKU175      -----GTTGTTCCG-
IPKKU189      -----CAGAATTCGTGATTGTTTCCG
AF137060      -----
AF138269      -----
AF137067      -----
AJ345090      -----

IPKKU246      C-GTAGGTGAACCCCGGAGGGATCATTACCGAGTA--CCC--ACT-CCCAACCCCT---G
IPKKU234      CCGTAGGTGAACCTCGGAAGGATCATTACCGAGTTATCCA--ACT-CCCAACCCCT---G
IPKKU225      --GGGGGGGACCCCGGAGGGTTTTCCTCCGGTTTCC--ACC-CCCAACCCCTCTGG
IPKKU239      CCGTAGGTGACCCCGG-AGGGATCATTACCGAGTTACCC--ACC-CCCAACCCCT-TGG
IPKKU212      CCGTAGGT-ACCCCGG-AGGGATCATTACCGAGTTACCC--ACT-CCCAACCCCT---G
IPKKU181      -----CGCCGAGGGGTGAGTTCCTTAGGTGATCT--ACC-TCACATCCCTCCGG
IPKKU244      -----AGTAGGCA--ACT-CCACACCCCTTGG
IPKKU194      GTAAGGGGACCTCGGAAGGATCTTACCCGAGTTTTCCT--ACC-CCCAACCCCT--G
IPKKU214      GTAGGGGAACCCCGGAAGGGATCATTACCGAGGTATCCA--ACT-CCCAACCCCT--GT
AF516295      -----CCGAGTTATCCA--ACT-CCCAACCCCT--GT
IPKKU207      TCCGTAGGTGAACCTGGGAAGGATCATTACCGAGTTATCCA--ACT-CCCAACCCCT--GT
AF134150      -----GGAGGGATCATTACCGAGTTATCCA--ACT-CCCAACCCCT--GT
IPKKU221      TAGGTGATCC-TGCGGA-GGTTTCATTACCGA-GTTATCC--AAC-TCCCAACCGCT-GT
IPKKU218      TAGGTGAACC-TGCGGA-GGTATCATTACCGA-GTTATCC--AAC-TCCCAACCGCT-GT
IPKKU191      AGGGTGAACCATGCGGATGGGATCATTACCGACGTTATCC--AACATCCCAACCCCT-GT
IPKKU247      AGGGTGAACCATGCGGATGGGATCAT-ACCGACGT-ATCC--AAC-TCCCAACCCCT-GT
IPKKU180      GAGGTGAACC-TGCGGA-GGGATCCT-TCCGACGT-AGCC--AACCTCCCAACCCCT-GT
IPKKU200      -AGGTGAACC-TGCGGA-GGGATAGTT-CCGA-GT-ATCC--AAC-TCCCATCCCT-GT
IPKKU175      -AGGTGAACC-TGCGGA-GGGATA-TT-CCGA-GT-ATCA-A----CTCATCCCT-GT
IPKKU189      TAGGTGAACC-TGCGGA-GGTATCATTACCGA-GTTATCC--AAC-TCCCAACCCCT-GT
AF137060      -----GGAGGGATCATTACCGA-GTTATCC--AAC-TCCCAACCCCT-GT
AF138269      -----GGAGGGATCATTACCGAGTTTACAA--ACTCCCAACCCCT-GT
AF137067      -----GGAGGGATCATTATCGAGTTTACTACAACCTCCCAACCCCTTGT
AJ345090      -----CTGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTCAA--CTCCCAACCCCTTCTGT

```

* **

ภาพที่ 59 การเปรียบเทียบลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA ของเชื้อ *Metarhizium* spp.

ไอโซเลตต่างๆ กับลำดับเบสของเชื้อ *Metarhizium* spp. และ *Beauveria bassiana*

จากฐานข้อมูลของ GenBank (บริเวณที่มีเครื่องหมาย * แสดงความเหมือนกันของเบส)

```

IPKKU246      TGATCATACA---TTAATTGTTGCTTCGGC-GGGAC-----
IPKKU234      TGATCATACC---TTAATTGTTGCT-CGGC-GGGAC-----
IPKKU225      AAATAAACCC---TTAAATTTTGGCCCGG--GGAAC-----
IPKKU239      AAATAAACCC---TTAAA--TGTGGCTCGGC-GGGAC-----
IPKKU212      GAATCAACCC---TTAAT--TGGTGCTCGGC-GGAAC-----
IPKKU181      GAAGTATACCATCTAAATAATTGCTTCGGCGGGACA-----
IPKKU244      GAGTGATCCCCTTTAAATTGTTGGCTCGGCTGGACC-----
IPKKU194      GAATTAAACC---TTTAAATTGTTGCTTCGGGGGGGAC-----
IPKKU214      GAATTATACCCTTTAATT--GTTGCTCGGC-GGGAC-----
AF516295      GAATCATACC---TTTAAATTGTTGCTTCGGC-GGGAC-----
IPKKU207      GAATTATACC---TTTAAATTGT-GCTTCGGC-GGGAC-----
AF134150      GAATCATACC---TTTAAATTGTTGCTTCGGC-GGGAC-----
IPKKU221      GAATTATACC---CTTAAATTGTTGCTTCGGCGGGACT-----
IPKKU218      GAATCATACC---TTTAA--TTGTTGCTTCGGCGGGACT-----
IPKKU191      GAATTATACCCTTTAAATTGTTGCTTCGGCGGGACT-----
IPKKU247      GAATCAAACC---TTTAAATTGTTGCTTCGGCGGGACT-----
IPKKU180      GAATTAAACCATTTAA--TTGTTGCTTCGGCGGGACT-----
IPKKU200      GAATTATACC---TTTAA--TTGTTGCTTCGGCGGGACT-----
IPKKU175      GAATTAT---C-CTTAA--TTGTTGCTTCGGCGGGACT-----
IPKKU189      GAATTATACC---TTTAA--TTGTTGCTTCGGCGGGACT-----
AF137060      GAATTATACC---TTTAAATTGTTGCTTCGGCGGGACT-----
AF138269      GAACCTTATACCTGTCTACCGTTGCTTCGGCGGGTTC-----
AF137067      GAACGTATACCTTTCCA--GTTGCTTCGGCGGGTATAGCCCCGGGTCAGGTTTCGAAGA
AJ345090      GAACCTA---CCTATC---GTTGCTTCGGCGGACTCGCCCCAG-----CCCGG

```

* *** *

```

IPKKU246      -TTCGCGCCC-----GCCGGGACCC-AAACCTTCT--GAATTTTAAA-TAA
IPKKU234      -TTCGCGCCC-----GCCGGGACCC--AACCTTCT--GATTTTAA--TAA
IPKKU225      -TTGGGGCCC-----GCCGGGACCCAAACCTTCA--AATTTTAA--TAA
IPKKU239      -TTCGGGCCC-----CCCGGGACCC-AAACCTCTG--AATTTTAA--TAA
IPKKU212      -TTGGCGCCC-----CCGGGACCC--AACCTTT--GATTTTCAA--TTA
IPKKU181      -TTCGCGCCC-----GCCGGGCGC--AAACCTTCT-GAATGTTCAAT-TAA
IPKKU244      -TTCGGGCCC-----CCGGGACCCAAACCTTCAAGAATTTTCAAC-TTA
IPKKU194      -TTGGCACCC-----GCCGGGACCCAAACCTTCT-GAATTTTAA--TAA
IPKKU214      -TTCGCGCCC-----CCCGGGACCC-AAACCTTCT-GAATTTTCAA--TTA
AF516295      -TTCGCGCCC-----GCC--GGGACCCGAACCTTCT-GAATTTTAA--TAA
IPKKU207      -TTCGCGCCC-----GCCCGGGACCCAAACCTTCT-GA--TTTTTAA--TAA
AF134150      -TTCGCGCCC-----GCCGGGACCC-AAACCTTCT-GAATTTTAA--TAA
IPKKU221      -T-CGCGCCC-----GCCGGGACCC-AAACCTTCT-GAATTTTCAA--TTA
IPKKU218      -T-CGCGCCC-----GCCGGGACCC-AAACCTTCT-GAATTTTCAA--TTA
IPKKU191      -TTCGCGCCC-----GCCGGGACCC-AAACCTTCT-GAATTTTCAA--TTA
IPKKU247      -T-CGCGCCC-----GCCGGGACCC-AAACCTTCT-GAATTTTAA--TAA
IPKKU180      -T-CGCGCCC-----GCCGGGACCC-AAACCTTCT-GAATTTTAA--TAA
IPKKU200      -T-CGCGCCC-----GCCGGGACCC-AAACCTTCT-GAATTTTAA--TAA
IPKKU175      -T-CGCGCCC-----GCCGGGACCC-AAACCTTCT-GAATTTTAA--TAA
IPKKU189      -T-CGCGCCC-----GCCGGGACCC-AAACCTTCT-GAATTTTAA--TAA
AF137060      -T-CGCGCTC-----GCCGGGACCC-AAACCTTCT-GAATTTTAA--TAA
AF138269      GCCCGCCGAGGG-----ACCGACAAAC--AAACTCTGTATTCTATC---TAT
AF137067      GCCTGCCCGGAACCGCGCCTGCCGGGGAC--AAACTCTGTATTCTGTACGATAA
AJ345090      ACGCGGACTGGACCGCGCCCGCGGGGACCT-CAAACTCTGTATTCCAGCATCTTCT

```

* * * * *

ภาพที่ 59 การเปรียบเทียบลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA ของเชื้อ *Metarhizium* spp.

ไอโซเลตต่างๆ กับลำดับเบสของเชื้อ *Metarhizium* spp. และ *Beauveria bassiana*

จากฐานข้อมูลของ GenBank (บริเวณที่มีเครื่องหมาย * แสดงความเหมือนกันของเบส)

(ต่อ)

```

IPKKU246      GTATCTTCT-GAGTGGTTAAAAAAA---TGAATCAAACCTTTCA-CCAACGGATCTCT
IPKKU234      GTATCTTCT-GAGTGGTTAAAAAAA---TGAATCAAACCTTTCA-ACAACGGATCTCT
IPKKU225      GTATCTTCT-GGG-GGTTAAAAAAA---TGAATCAA--TCTTTC-ACCACGGATCTCT
IPKKU239      AGATCTTCT-GAGTGGTTAAAAAAA---ATGTATCAAACCTTTCA-ACAACGGATCTCT
IPKKU212      AGATCTTCT-GAG-GGTTAAAAAAA---TGAATCAAACCTTTCA-ACCACGGATCTCT
IPKKU181      G-ATCTTCG-GAGTGGTTGAAAAAAT---AATCAAACCTTTCTTACAACGGATCTTT
IPKKU244      GTATCTTCAAGGGGGTTAAAAAAGT---GAATCAAATCTTTTCAACAACCGGCTCTTG
IPKKU194      G-ATCTTCG-GAGGGGTAAAAA---ATGAATCAAACCTTTCC-ACAACGGATCTTT
IPKKU214      GTATTTTCT-GAGGGTTTAAAAAAA---TGAATCAAACCTTTCA-ACAACGGATCTCT
AF516295      GTATCTTCT-GAGTGGTTAAAAAAA---TGAATCAAACCTTTCA-ACAACGGATCTCT
IPKKU207      GTATCTTCT-GAGTGGCTAAAAAAA---TGAATCAAACCTTTCA-ACAACGGATCTCT
AF134150      GTATCTTCT-GAGTGGTTAAAAAAA---TGAATCAAACCTTTCA-ACAACGGATCTCT
IPKKU221      GTATCTTCT-GAGTGGTTTAAAAAAA---TGAATCAAACCTTT-CAACACCGGATCTCT
IPKKU218      GTATTTTCT-GAGTGGTTTAAAAAAA---ATGAATCAAACCTTT-CAACAACGGATCTCT
IPKKU191      GTATCTTCT-GAGTGGTTTAAAAAAA---TGAATCAAACCTTT-CAACAACGGATCTCT
IPKKU247      GTATCTTCT-GAGTGGTTAAAAAAA---TGAATCAAACCTTT-CAACAACGGATCTCT
IPKKU180      GTATCTTCT-GAGTGGTTAAAAAAA---TGAATCAAACCTTT-CAACAACGGATCTCT
IPKKU200      GTATCTTCT-GAGTGGTTAAAAAAA---ATGAATCAAACCTTT-CAACAACGGATCTCT
IPKKU175      GTACCTTCT-GAGTGGTTAAAAAAA---ATGAATCAAACCTTTTCAACACCGGATCTCT
IPKKU189      GTATCTTCT-GAGTGGTTAAAAA---ATGAATCAAACCTTT-CAACAACGGATCTTT
AF137060      GGATCTTCT-GAGTGGTTAAAAA---TGAATCAAACCTTT-CAACAACGGATCTCT
AF138269      AGCATGCTCT-GAGTGGAT-CATACACAAATGAATCAAACCTTT-CAACAACGGATCTCT
AF137067      GGAATGCTCT-GAGTGGTTTATAGAGAAATGAATCAAACCTTT-CAACAACGGATCTCT
AJ345090      GAATACGCC-GCAAGG---CAAAAACAAATGAATCAAACCTTT-CAACAACGGATCTCT
                * * * * *
IPKKU246      TGGTTCTG--GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAA
IPKKU234      TGGTTCTG--GCATCGATGAAGA--CGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAA
IPKKU225      TGGTTCTG--GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAA
IPKKU239      TGGTTCTG--GCATCGATGAAGA--CGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGATTGCAGAA
IPKKU212      TG--TCTG--GCATCGATGAAGAATGCGAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAA
IPKKU181      TTGGTTCATGGCATCGATGAAGGACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGATTGCAGAA
IPKKU244      TGGGTCTCT--GCATCGATGAAGATCGCAGCGAAATGCGATAAGTAGTGTGAATTGCAGAA
IPKKU194      TTGGTCTG--GCATCGATGAAGAACCCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAA
IPKKU214      TGGTTCTG--GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAA
AF516295      TGGTTCTG--GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAA
IPKKU207      TGGTTCTG--GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAA
AF134150      TGGTTCTG--GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAA
IPKKU221      TGGTTCTG--GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAA
IPKKU218      TGGTTCTG--GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAA
IPKKU191      TGGTTCTG--GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAA
IPKKU247      TGGTTCTG--GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAA
IPKKU180      TGGTTCTG--GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAA
IPKKU200      TGGTTCTG--GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAA
IPKKU175      GGGTTCTG--GCATCGATGAAGAACGAACCGAAAGGCGAAAAGTAATGTGAATGGCAGAA
IPKKU189      TGGTTCTG--GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAA
AF137060      TGGTTCTG--GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAA
AF138269      TGGTTCTG--GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAA
AF137067      TGGTTCTG--GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAA
AJ345090      TGGCTCTG--GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAA
                * * * * *

```

ภาพที่ 59 การเปรียบเทียบลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA ของเชื้อ *Metarhizium* spp.

ไอโซเลตต่างๆ กับลำดับเบสของเชื้อ *Metarhizium* spp. และ *Beauveria bassiana*

จากฐานข้อมูลของ GenBank (บริเวณที่มีเครื่องหมาย * แสดงความเหมือนกันของเบส)

(ต่อ)


```

IPKKU246      TTGGGGATCGGCGA-----GGCTGGT---TTT-----CCAGCACA-GCCGTCCCTT
IPKKU234      TTGGGGATCGGCGA-----GGCTGGT---TTT-----CCAGCACA-GCCGTCCCTT
IPKKU225      TTGGGGATCGGCGA-----GGCTGGT---TTT-----CCAGCACA-GCCGTCCCTT
IPKKU239      TTGGGGATCGGCGA-----GGCTGGT---TTTTTTTT-CCCAGCACA-GCCGTCCCTT
IPKKU212      TTGGGGATCGGCGA-----GGCTGGT---TTTTT---CCCAGCACA-GCCGTCCCTT
IPKKU181      TTGGG-ATCGACGA-----GGCTGGT---TTTTT---CCCAGCACA-GCCGTCCCTT
IPKKU244      TTGGGGATCGGCGT-----GGCTGGT---TTTTT---CCCAG-ACA-GCCGTCCCTT
IPKKU194      TTGGGGATCGGCGA-----GGCTGGT---TTTTTTTT-CCCAGCACA-GCCGTCCCTT
IPKKU214      TTGGGGATCGGCGA-----GGCTGGT---TTTTT---CCCAGCACA-GCCGTCCCTT
AF516295      TTGGGGATCGGCGA-----GGCTGGT---TTT-----CCAGCACA-GCCGTCCCTT
IPKKU207      TTGGGGATCGGCGA-----GGCTGGT---TTT-----CCAGCACA-GCCGTCCCTT
AF134150      TTGGGGATCGGCGA-----GGCTGGT---TTT-----CCAGCACA-GCCGTCCCTT
IPKKU221      TTGGGGATCGGCGA-----GGCTGGT---TTTTTC---CCAGCACA-GCCGTCC-TT
IPKKU218      TTGGGGATCGGCGA-----GGCTGGA---TTTAC---CCAGCACA-GCCGTCC-TT
IPKKU191      TTGGGGATCGGCGA-----GGCTGGT---TTTTTC---CCAGCACAAGCCGTCCCTT
IPKKU247      TTGGGGATCGGCGA-----GGCTGGT---TTT-----CCAGCACA-GCCGTCCCTT
IPKKU180      TTGGGGATCGGCGA-----GGCTGGT---TTT-----CAGCACA-GCCGTCC-TT
IPKKU200      T-TGGGGATCGCGA-----GCTGGT---TTTTTT---CCAAGACA-GCCGTCC-CA
IPKKU175      T-GGGGATCGGCAA-----GCCGGAT---TC-----CCAGAACA-GCCGCC-AT
IPKKU189      TTGGGGATCGGCGA-----GGCTGCT---TTTTTTTTTCCCAGCACA-GCCGCC-TT
AF137060      TTGGGGATCGGCGA-----GGCTGGT---TTT-----CCAGCACA-GCCGTCCCTT
AF138269      TTGGGGACCGGCCAACTGGTGCCCTGC-TGCTGCCGTAGCAGGCGC-CGGGCCGCCCCCG
AF137067      TTGGGGCCCGGCGA--TGGTGTTGGGGCGCATCTTCTGCTCCCGCGCGCCGCCCCCG
AJ345090      --GGAGGTCGCGC-----GTTGGGG-----ACCGGCAGCACAC-CGCCGCCCTG
          *           *           *           ** * **

IPKKU246      AAATTAATTGGCGGTCTCGCC-GTGGCCCTCCTCTGCGCAGTAGTAAAGCAC----TCGC
IPKKU234      AAATTAATTGGCGGTCTCGCC-GTGGCCCTCCTCTGCGCAGTAGTAAAGCAC----TCGC
IPKKU225      AAATTAATTGGCGGTCTCGCC-GTGGCCCTCCTCTGCGCAGTAGTAAAGCAC----TCGC
IPKKU239      AAATTGATTGGCGGTCTCGCC-GTGGCCCTCCTCTGCGCAGTAGTAAAGCAC----CCGC
IPKKU212      AAATTGATTGGCGGTCTCGCC-GTGGCCCTCCTCTGCGCAGTAGTAAAGCAC----TCGC
IPKKU181      AAATTGATTGGCGGTCTCGCC-GTGGCCCTCCTCTGCGCAGTAGAAGAACAC----TCGC
IPKKU244      AAATTGATTGGCGGTCTCGCC-GTGGCCCTCCTCTGCGCAGTAGAAGAACCTCC----TCGC
IPKKU194      AAATTGATTGGCGGTCTCGCC-GTGGCCCTCCTCTGCGCAGTAGTAAAGCAC----TCGC
IPKKU214      AAATTGATTGGCGGTCTCGCC-GTGGCCCTCCTCTGCGCGGTAGTAAAGCAC----TCGC
AF516295      AAATTAATTGGCGGTCTCGCC-GTGGCCCTCCTCTGCGCAGTAGTAAAGCAC----TCGC
IPKKU207      AAATTAATTGGCGGTCTCGCC-GTGGCCCTCCTCTGCGCAGTAGTAAAGCAC----TCGC
AF134150      AAATTAATTGGCGGTCTCGCC-GTGGCCCTCCTCTGCGCAGTAGTAAAGCAC----TCGC
IPKKU221      AGATTGATTG-CGGTCTCGCC-GTGGCCCTGCTCTGCGCAGTAGTAAAGCAC----TCGC
IPKKU218      AAATTGATTGGCGGTCTCGCC-GTGGCCCTGCTCTGCGCAGTAGTAAAGCAC----TCGC
IPKKU191      AAATTGATTGGGGGTCTCGCC-GTGGCCCTCCTCTGCGCAGTAGTAAAGCAC----TCGC
IPKKU247      AAATTAATTGGCGGTCTCGCC-GTGGCC-TCCTCTGCGCAGTAGTAAAGCAC----TCGC
IPKKU180      AAATTAATTGGCGGTCTCGCC-GTGGCCCTCCTCTGCGC-GTAGTAAAGCAC----TCGC
IPKKU200      AAATGAATTG-GGGGTTT-CC-GGGGCC-TCCTTGGC-CGGTAAAAAACCC-T---TC-A
IPKKU175      AAATAATTG-CGGTTTCGCC-GGGGCCCTCCTTTGC-CAGTAGAAAGGC-C---TC-C
IPKKU189      AAATTGATTG-GGGGTTTCGC-CGGGCCCTCCTTTGC-CAGTAGAAAAACAC----TCGC
AF137060      AAATTGATTGGCGGTCTCGCC-GTGGCCCTCCTTTGCGCAGTAGTAAAGCAC----TCGC
AF138269      AAATGAATTGGCGGCTCGTC-GCGGCCCTCCCTCTGCGTAGTAGCACAAATC----TCGC
AF137067      AAATGAATTG-CGGCCTCGCC-GCGGCCCTCC-TCTGCGTAGTAACATGTTGCCCTTCGC
AJ345090      AAATGGAGTGGCGGCCCGTCC-GCGGCGACC-TCTGCGTAGTAATACA--GC----TCGC
          * * *      * * *      * * *      * * *      *

```

ภาพที่ 59 การเปรียบเทียบลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA ของเชื้อ *Metarhizium* spp.

ไอโซเลตต่างๆ กับลำดับเบสของเชื้อ *Metarhizium* spp. และ *Beauveria bassiana*

จากฐานข้อมูลของ GenBank (บริเวณที่มีเครื่องหมาย * แสดงความเหมือนกันของเบส)

(ต่อ)

IPKKU246	AACA-GGAGCCCGGCGCGGTCCACTGC-CGTAAAACCCCCC-AAC--TTTTTATAG-TTG
IPKKU234	AACA-GGAGCCCGGCGCGGTCCACTGC-CGTAAAACCCCCC-AAC--TTTTTATAG-TTG
IPKKU225	AACA-GGAGCCCGGCGCGGTCCACTGC-CGTAAAACCCCCC-AAC--TTTTTATAG-TTG
IPKKU239	AACA-GGAGCCCGGCGCGGTCCACTGC-CGTAAAACCCCCC-AAC--TTTTTATAG-TTG
IPKKU212	AACA-GGAGCCCGGCGCGGTCCACTGC-CGTAAAACCCCCCAAC--TTTTTACAG-TTG
IPKKU181	AACA-GGAGCCCGGCGCGGTCCCTGACGTAAAACCCCCC-AACCTTTTTATAGGTTG
IPKKU244	AACA-GGAGCCCGGCGCGGTCCACTTACCTGTAAAACCCCCC-AAC--TTTTTATAG-TTG
IPKKU194	AACA-GGAGCCCGGCGCGGTCCACTGC-CGTAAAACCCCCC-AAC--TTTTTATAG-TTG
IPKKU214	AACA-GGAGCCCGGCGCGGTCCACTGC-CGTAAAACCCCCC-AAC--TTTTTATAG-TTG
AF516295	AACA-GGAGCCCGGCGCGGTCCACTGC-CGTAAAACCCCCC-AAC--TTTTTATAG----
IPKKU207	AACA-GGAGCCCGGCGCGGTCCACTGC-CGTAAAACCCCCC-AAC--TTTTTATAG-TTG
AF134150	AACA-GGAGCCCGGCGCGGTCCACTGC-CGTAAAACCCCCC-AAC--TTTTTATAG-TTG
IPKKU221	A-CA-GGAGCCCGGCGCGGTCCACTGC-TGTAAAACCCCCCAAC--TTTTTATAG-TTG
IPKKU218	A-CA-GGAGCCCGGCGCGG--CCACTGC-CGTAAAACCCCCCA--C--TTTTTAT-G-TTG
IPKKU191	AACAAGGAGCC-GGCGCGG-TCACTGC-CGTAAAACCCCCAC-CT--TTTTTATAG-TTG
IPKKU247	AACA-GGACCC-GGCGCGG--CCACTGC--GTAAACCCCCAAC-----TTTTATAG-TTG
IPKKU180	AACAAGGAGCCCGGGGCGG-CCCCTGC-CGTAAACCCCCC-C-AC--TTTTTATAG-TTG
IPKKU200	AAAT-GGGGCC-CGGGGGG-CCTTTGC--GAAAACCCCCC--AC--TTTTATTG--GTT
IPKKU175	AACA-GGGGCC-GGCGGGG-CCACTGC--GTAAAACCCCCC--AC--TTTTTATAG-TTG
IPKKU189	AACA-GGGGCCCGGCGCGGTCCACTGC-TGTAAAACCCCCCA-AC--TTTTTATAG-TTG
AF137060	AACA-GGAGCCCGGCGCGGTCCACTGC-CGTAAAACCCCCC-AAC--TTTTTATAG-TTG
AF138269	AGCT-GGAGCGCGGCGCGG-CCACTGC-CGTAAAACGCACC-AACTTTTTTTAA--AGTTG
AF137067	AACA-GGAGCCCGGCGCGG-CCACTGC-CGTAAAACCCACC-AACTTTTTTCACAGTTG
AJ345090	ACCG-GAACCCTGACGCGG-CCAC-GC-CGTAAAA--CACC-CAACTTCTGAAC--GTTG
	* * * * *
IPKKU246	ACC-TCGAA-TCAGGTAGGAC-TACC-CGC-TGAAC-TTAAGCATATAA--TCGTGAA-T
IPKKU234	ACC-TCGAA-TCAGGTAGGAC-TACC-CGC-TGAAC-TTAAGCATATAA--TC-TGAA-T
IPKKU225	ACC-TCGAA-TCAGGTAGGAC-TACC-CGC-TGAAC-TTAAGCATATAA--TCTGAA--T
IPKKU239	ACC-TCGAA-TCAGGTAGGAC-TACC-CGC-TGAAC-TTAAGCATATAA--TCTGAA--T
IPKKU212	ACC-TCGAA-TCAGGTAGGAC-TACC-CGC-TGAAC-TTAAGCATATAA--TCTGAA--T
IPKKU181	ACCCTCGAAGTCAGGAAGGACCTACCACGCATGAACGTAACGCATACCTA-CTCGTGAAGT
IPKKU244	ACCCTCGAA-TCAAATAGGACCTACC-CGCATGAACGTTAAGCATACTAAGTCTGTAAGTT
IPKKU194	ACC-TCGAA-TCAGGTAGGACTTACC-CGC-TGAAC-TTAAGCATATAA--TCGGAAA--
IPKKU214	ACC-TCGAA-TCAGGTAGGAC-TACC-CGC-TGAAC-TTAAGCATATAA--TCTGAA--T
AF516295	-----
IPKKU207	ACC-TCGAA-TCAGGTAGGAC-TACC-CGC-TGAAC-TTAAGCATATAA--TCGTGAA-T
AF134150	ACC-TCGAA-TCAGGTAGGACT-----
IPKKU221	ACC-TCCAA-TCAGGTAGGAC-TACCCCGC-TGAAC-TTAAGCATATAA--TCTGAA--T
IPKKU218	ACC-TC-AA-TCAGGTAGGAC-TACCC-GC-TGA-C-TTAAGCATATAA--TCTGAA--T
IPKKU191	ACC-CTCCA-TCAGGTAGGAC-TACCCCGC-TGAAC-TAAAGCATATAA--TCTGAA--T
IPKKU247	ACC-TCGAA-TCAGG-AGGAC-TACCC-GC-TGACT-TAAAGCATATAA--TCTGA--T
IPKKU180	ACC-TCCAA-TCAGGTGGGAG-TAGCC-GC-TGAAC-TTAAGCATATAA--TCTGAAT-T
IPKKU200	ACC-TCAA--CCGGGGGGGA-CCCC-----
IPKKU175	ACC-CCAAA-TCGGGGGGGGGA-CTCCCGGC-TGACT-TAAGGAATATAT--TCGGGAA-T
IPKKU189	ACC-TCGAA-TCAGGTGGGAC-TTCCCGGC-TGAAC-TTAAGCATATAA--TCTGAAT-T
AF137060	ACC-TCGAA-TCAGGTAGGACT-----
AF138269	ACC-TCGAA-TCAGGTAGGAAT-----
AF137067	ACC-TCGAA-TCAGGTAGGAAT-----
AJ345090	ACC-TCGAA-TCAGGTAGGACTACCCGCTGAACCTTAAGCATATCAATAGC-----

ภาพที่ 59 การเปรียบเทียบลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA ของเชื้อ *Metarhizium* spp.

ไอโซเลตต่างๆ กับลำดับเบสของเชื้อ *Metarhizium* spp. และ *Beauveria bassiana*

จากฐานข้อมูลของ GenBank (บริเวณที่มีเครื่องหมาย * แสดงความเหมือนกันของเบส)

(ต่อ)

IPKKU246	TCGTCG-ACAAG--CATCTCGAGCCTAGGCTA-----
IPKKU234	TCGTCG-ACAAG--CTTCTCGAGCCTAGGCTAGCTGTAGACCA-----
IPKKU225	TCGTCG-ACAAG--CATCTCGAGCCTAGGCTAGCTGTAGACCA-----
IPKKU239	TCGTCG-ACAAG--CTTCTCGAGCCTAGGCTAGCTGGAGACCA-----
IPKKU212	TCGTCG-ACAAG--CTTCTCGAGCCTAGGCTAGCTGTAGACCAC-----
IPKKU181	TCGTGGGACAAGGC-TTCAC-----
IPKKU244	CTGTTCG-ACAAGGCATTAC-----
IPKKU194	TCGTCG-ACAAG-CATACTCGAGCCTAGGC-----
IPKKU214	TCGTCG-ACAAG--CTTCTCGAGCCTAGGCTAGCTGGAGACCA-----
AF516295	-----
IPKKU207	TCGTCG-ACAAG--CTTCTCGAGCCTAGGCTAGCTGGAGACC-----
AF134150	-----
IPKKU221	TCGTTCG-ACAGCCTCTTG---AGCCTAGGCTAGCTCTAGACCA---CACGTGT-----
IPKKU218	TCG-CG-ACAGCATCTCG---AGCCTAGGCT-GCTCTAACCAG---CGTGTGGGGGCCCCG
IPKKU191	TCGTTCG-ACAAGCATTTTCGAGGCCTAGGCTAGCTCTAGACCACACCCGTGTGGGGGCCCCG
IPKKU247	TCGTTCG-A-AAGCATCTC--GAGCCAAGGCTAGCTCAAGACCACAC-GGGTGGGGGCCCCG
IPKKU180	TCGTTCG-ACAAGCTTCTC--GAGCC-AGGCTAGGTCTAGACCACAC-GTGTGGGGGCCCC
IPKKU200	-----
IPKKU175	TCCCAA-AAAGGCTTCTC--GGCCTTGTTAGTTCTAACCACACCCGGGTGGGGCCCCCA
IPKKU189	CGC--G-ACAGGCTTTTG---GGCCTAGGGTGGCTTTAACCAG---CGTGTGGGGCCCCGA
AF137060	-----
AF138269	-----
AF137067	-----
AJ345090	-----
IPKKU246	-----
IPKKU234	-----
IPKKU225	-----
IPKKU239	-----
IPKKU212	-----
IPKKU181	-----
IPKKU244	-----
IPKKU194	-----
IPKKU214	-----
AF516295	-----
IPKKU207	-----
AF134150	-----
IPKKU221	-----
IPKKU218	GCTCGCG-----
IPKKU191	AGCTC-----
IPKKU247	AGCCTCGCGGCC
IPKKU180	AGGCCGCGCGCG-
IPKKU200	-----
IPKKU175	AACCTTCGCCCC
IPKKU189	-----
AF137060	-----
AF138269	-----
AF137067	-----
AJ345090	-----

ภาพที่ 59 การเปรียบเทียบลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA ของเชื้อ *Metarhizium* spp.

ไอโซเลตต่างๆ กับลำดับเบสของเชื้อ *Metarhizium* spp. และ *Beauveria bassiana*
 จากฐานข้อมูลของ GenBank (บริเวณที่มีเครื่องหมาย * แสดงความเหมือนกันของเบส)
 (ต่อ)

24	246	234	225	239	212	181	244	194	214	516295	207	134150
IPKKU246	0.0000											
IPKKU234	0.0232	0.0000										
IPKKU225	0.0803	0.0809	0.0000									
IPKKU239	0.0772	0.0802	0.0570	0.0000								
IPKKU212	0.0701	0.0677	0.0648	0.0448	0.0000							
IPKKU181	0.1208	0.1159	0.1335	0.1184	0.1193	0.0000						
IPKKU244	0.1381	0.1248	0.1130	0.1174	0.1135	0.1189	0.0000					
IPKKU194	0.1066	0.1046	0.1072	0.1127	0.1100	0.1323	0.1596	0.0000				
IPKKU214	0.0618	0.0570	0.0775	0.0618	0.0447	0.1158	0.1043	0.1068	0.0000			
AF516295	0.0324	0.0230	0.0752	0.0722	0.0651	0.1070	0.1271	0.0854	0.0420	0.0000		
IPKKU207	0.0373	0.0279	0.0780	0.0750	0.0702	0.1074	0.1303	0.0857	0.0421	0.0068	0.0000	
AF134150	0.0253	0.0207	0.0723	0.0694	0.0648	0.1068	0.1237	0.0929	0.0394	0.0113	0.0159	0.0000
IPKKU221	0.0932	0.0965	0.1024	0.0991	0.0915	0.1031	0.1366	0.1215	0.0802	0.0801	0.0804	0.0772
IPKKU218	0.0856	0.0888	0.0972	0.0940	0.0839	0.1005	0.1368	0.1190	0.0726	0.0726	0.0780	0.0697
IPKKU191	0.0797	0.0828	0.0885	0.0854	0.0780	0.0891	0.1272	0.1128	0.0670	0.0670	0.0672	0.0642
IPKKU247	0.0650	0.0680	0.0758	0.0779	0.0783	0.0948	0.1310	0.1077	0.0776	0.0574	0.0625	0.0498
IPKKU180	0.0701	0.0732	0.0734	0.0755	0.0785	0.0894	0.1308	0.1026	0.0701	0.0574	0.0577	0.0547
IPKKU200	0.1888	0.1934	0.2041	0.2023	0.2102	0.1932	0.2480	0.2301	0.1888	0.1759	0.1767	0.1691
IPKKU175	0.1686	0.1659	0.1861	0.1878	0.1890	0.1868	0.2194	0.1948	0.1709	0.1522	0.1501	0.1431
IPKKU189	0.0980	0.1013	0.1072	0.1039	0.1072	0.1050	0.1416	0.1269	0.0954	0.0849	0.0852	0.0819
AF137060	0.0663	0.0693	0.0800	0.0717	0.0746	0.0855	0.1289	0.1010	0.0690	0.0539	0.0541	0.0513
AF138269	0.2740	0.2646	0.3072	0.2731	0.2808	0.3129	0.3463	0.3139	0.2717	0.2385	0.2360	0.2444
AF137067	0.2388	0.2305	0.2683	0.2494	0.2551	0.2803	0.3091	0.2834	0.2460	0.2027	0.2062	0.2113
AJ345090	0.2880	0.2777	0.3181	0.3124	0.2952	0.3500	0.3574	0.3348	0.2758	0.2573	0.2615	0.2524

24	221	218	191	247	180	200	175	189	137060	138269	137067	345090
IPKKU221	0.0000											
IPKKU218	0.0254	0.0000										
IPKKU191	0.0304	0.0303	0.0000									
IPKKU247	0.0477	0.0428	0.0280	0.0000								
IPKKU180	0.0477	0.0453	0.0328	0.0186	0.0000							
IPKKU200	0.1512	0.1523	0.1366	0.1313	0.1225	0.0000						
IPKKU175	0.1289	0.1327	0.1379	0.1272	0.1269	0.1734	0.0000					
IPKKU189	0.0571	0.0649	0.0496	0.0524	0.0524	0.1127	0.1203	0.0000				
AF137060	0.0422	0.0398	0.0300	0.0302	0.0279	0.1333	0.1257	0.0420	0.0000			
AF138269	0.2984	0.2850	0.2817	0.2733	0.2667	0.3763	0.3574	0.2947	0.2567	0.0000		
AF137067	0.2648	0.2451	0.2464	0.2356	0.2320	0.3153	0.2913	0.2646	0.2307	0.1353	0.0000	
AJ345090	0.3174	0.2982	0.2999	0.2856	0.2940	0.4007	0.4064	0.3282	0.2842	0.2143	0.2055	0.0000

ภาพที่ 60 ความแตกต่างทางพันธุกรรมที่ได้จากการวิเคราะห์ลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2

rDNA

ตารางที่ 18 ลำดับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมจากค่าความแตกต่างทางพันธุกรรมที่ได้จากการวิเคราะห์ลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA

ไอโซเลต	ลำดับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมจากมากไปน้อย
IPKKU 246	IPKKU 234 > AF134150 > AF516296 > IPKKU 207 > IPKKU 214 > IPKKU 247 > AF137060 > IPKKU 180 = IPKKU 212 > IPKKU 239 > IPKKU 191 > IPKKU 225 > IPKKU 218 > IPKKU 221 > IPKKU 189 > IPKKU 194 > IPKKU 181 > IPKKU 244 > IPKKU 175 > IPKKU 200 > AF137067 > AF138269 > AJ345090
IPKKU 234	AF134150 > AF516295 > IPKKU 246 > IPKKU 207 > IPKKU 214 > IPKKU 212 > IPKKU 247 > AF137060 > IPKKU 180 > IPKKU 239 > IPKKU 225 > IPKKU 191 > IPKKU 218 > IPKKU 221 > IPKKU 189 > IPKKU 194 > IPKKU 181 > IPKKU 244 > IPKKU 175 > IPKKU 200 > AF137069 > AF138269 > AJ345090
IPKKU 225	IPKKU 239 > IPKKU 212 > AF134150 > IPKKU 180 > AF516295 > IPKKU 247 > IPKKU 214 > IPKKU 207 > AF137060 > IPKKU 246 > IPKKU 234 > IPKKU 191 > IPKKU 218 > IPKKU 221 > IPKKU 189 = IPKKU 194 > IPKKU 224 > IPKKU 181 > IPKKU 175 > IPKKU 200 > AF137067 > AF138269 > AJ345090
IPKKU 239	IPKKU 212 > IPKKU 225 > IPKKU 214 > AF134150 > AF137060 > AF516295 > IPKKU 207 > IPKKU 180 > IPKKU 246 > IPKKU 247 > IPKKU 234 > IPKKU 191 > IPKKU 218 > IPKKU 221 > IPKKU 189 > IPKKU 194 > IPKKU 244 > IPKKU 181 > IPKKU 175 > IPKKU 200 > AF137067 > AF138269 > AJ345090
IPKKU 212	IPKKU 214 > IPKKU 239 > IPKKU 225 = AF 134150 > AF516259 > IPKKU 234 > IPKKU 246 > IPKKU 207 > AF137060 > IPKKU 191 > IPKKU 247 > IPKKU 180 > IPKKU 218 > IPKKU 221 > IPKKU 189 > IPKKU 194 > IPKKU 244 > IPKKU 181 > IPKKU 175 > IPKKU 200 > AF137067 > AF138269 > AJ345090

ตารางที่ 18 ลำดับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมจากค่าความแตกต่างทางพันธุกรรมที่ได้จากการวิเคราะห์ลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA (ต่อ)

ไอโซเลต	ลำดับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมจากมากไปน้อย
IPKKU 181	AF137060 > IPKKU 191 > IPKKU 180 > IPKKU 200 > IPKKU 247 > IPKKU 218 > IPKKU 221 > IPKKU 189 > AF134150 > AF516295 > IPKKU 207 > IPKKU 214 > IPKKU 234 > IPKKU 239 > IPKKU 244 > IPKKU 212 > IPKKU 246 > IPKKU 194 > IPKKU 225 > IPKKU 175 > AF137067 > AF138269 > AJ345090
IPKKU 244	IPKKU 214 > IPKKU 225 > IPKKU 212 > IPKKU 239 > IPKKU 181 > AF134150 > IPKKU 234 > AF516295 > IPKKU 191 > AF137060 > IPKKU 207 > IPKKU 180 > IPKKU 247 > IPKKU 221 > IPKKU 218 > IPKKU 246 > IPKKU 189 > IPKKU 194 > IPKKU 175 > IPKKU 200 > AF137067 > AF138269 > AJ345090
IPKKU 194	AF516295 > IPKKU 207 > AF134150 > AF137060 > IPKKU 180 > IPKKU 234 > IPKKU 246 > IPKKU 214 > IPKKU 225 > IPKKU 247 > IPKKU 212 > IPKKU 239 > IPKKU 191 > IPKKU 218 > IPKKU 221 > IPKKU 189 > IPKKU 181 > IPKKU 244 > IPKKU 175 > IPKKU 200 > AF137067 > AF138269 > AJ345090
IPKKU 214	AF134150 > AF516295 > IPKKU 207 > IPKKU 212 > IPKKU 234 > IPKKU 246 = IPKKU 239 > IPKKU 191 > AF137060 > IPKKU 180 > IPKKU 218 > IPKKU 225 > IPKKU 247 > IPKKU 221 > IPKKU 289 > IPKKU 244 > IPKKU 194 > IPKKU 181 > IPKKU 175 > IPKKU 200 > AF137060 > AF138269 > AJ345090
AF516295	IPKKU 207 > AF134150 > IPKKU 234 > IPKKU 246 > IPKKU 214 > AF137060 > IPKKU 180 = IPKKU 247 > IPKKU 221 > IPKKU 191 > IPKKU 239 > IPKKU 218 > IPKKU 225 > IPKKU 221 > IPKKU 189 > IPKKU 194 > IPKKU 181 > IPKKU 244 > IPKKU 175 > IPKKU 200 > AF137067 > AF138269 > AJ345090

ตารางที่ 18 ลำดับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมจากค่าความแตกต่างทางพันธุกรรมที่ได้จากการวิเคราะห์ลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA (ต่อ)

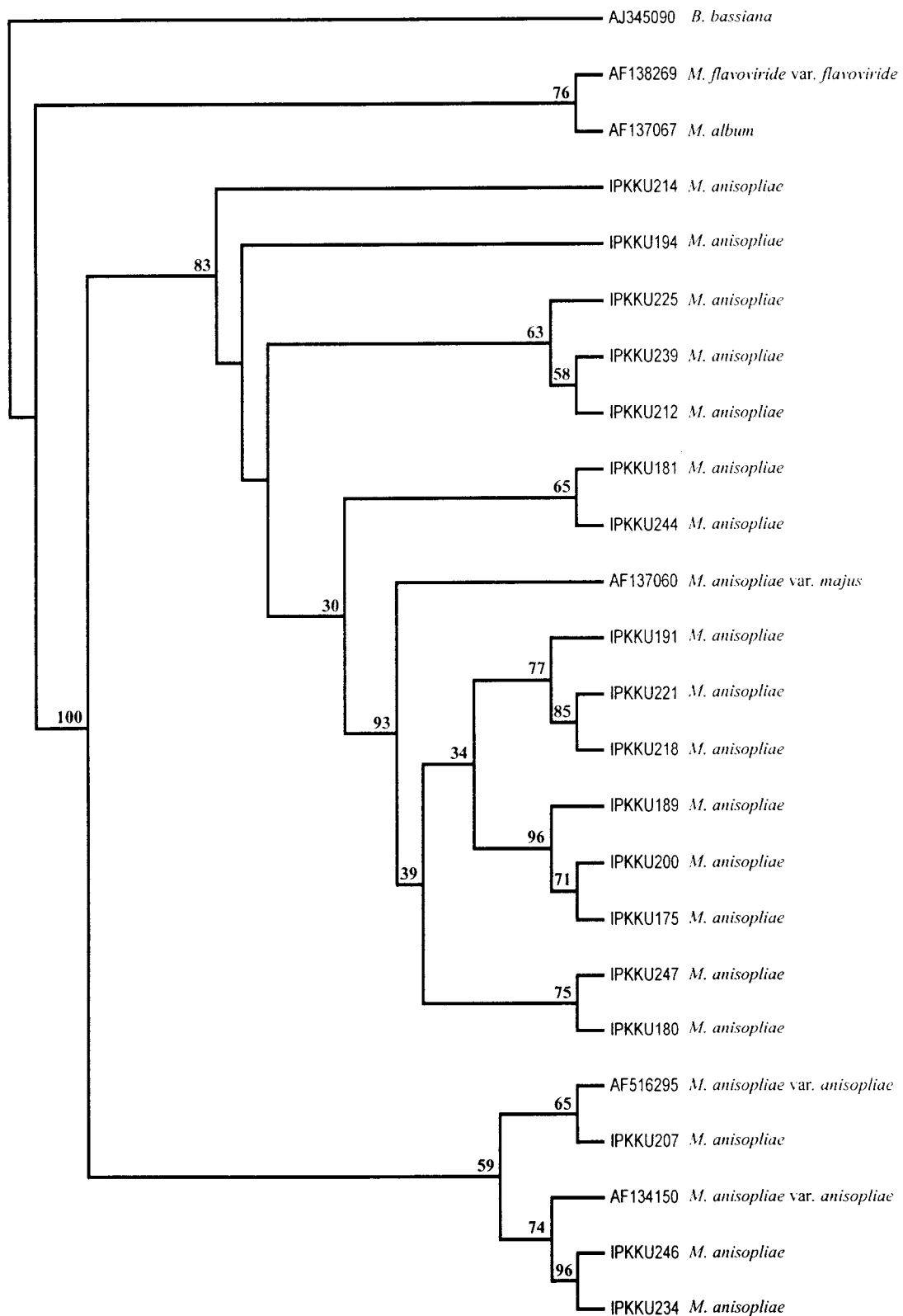
ไอโซเลต	ลำดับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมจากมากไปน้อย
IPKKU 207	AF516295 > AF134150 > IPKKU 234 > IPKKU 246 > IPKKU 214 > AF137060 > IPKKU 180 > IPKKU 247 > IPKKU 191 > IPKKU 212 > IPKKU 239 > IPKKU 225 = IPKKU 218 > IPKKU 221 > IPKKU 189 > IPKKU 194 > IPKKU 181 > IPKKU 244 > IPKKU 175 > IPKKU 200 > AF137067 > AF138269 > AJ345090
AF134150	AF516295 > IPKKU 207 > IPKKU 234 > IPKKU 246 > IPKKU 214 > IPKKU 247 > AF137060 > IPKKU 180 > IPKKU 191 > IPKKU 212 > IPKKU 239 > IPKKU 218 > IPKKU 225 > IPKKU 221 > IPKKU 189 > IPKKU 194 > IPKKU 181 > IPKKU 244 > IPKKU 175 > IPKKU 200 > AF137067 > AF138269 > AJ345090
IPKKU 221	IPKKU 218 > IPKKU 191 > AF137060 > IPKKU 180 = IPKKU 247 > IPKKU 189 > AF134150 > AF516295 > IPKKU 214 > IPKKU 207 > IPKKU 212 > IPKKU 246 > IPKKU 234 > IPKKU 239 > IPKKU 225 > IPKKU 181 > IPKKU 194 > IPKKU 175 > IPKKU 244 > IPKKU 00 > AF137067 > AF138269 > AJ345090
IPKKU 218	IPKKU 221 > IPKKU 191 > AF137060 > IPKKU 247 > IPKKU 180 > IPKKU 189 > AF134150 > IPKKU 207 > AF516295 = IPKKU 214 > IPKKU 212 > IPKKU 246 > IPKKU 234 > IPKKU 239 > IPKKU 225 > IPKKU 181 > IPKKU 194 > IPKKU 175 > IPKKU 244 > IPKKU 200 > AF137067 > AF138269 > AJ345090
IPKKU 191	IPKKU 247 > AF137060 > IPKKU 218 > IPKKU 221 > IPKKU 180 > IPKKU 189 > AF134150 > AF516295 = IPKKU 214 > IPKKU 207 > IPKKU 212 > IPKKU 246 > IPKKU 234 > IPKKU 239 > IPKKU 225 > IPKKU 181 > IPKKU 194 > IPKKU 244 > IPKKU 200 > IPKKU 175 > AF137067 > AF138269 > AJ345090

ตารางที่ 18 ลำดับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมจากค่าความแตกต่างทางพันธุกรรมที่ได้จากการวิเคราะห์ลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA (ต่อ)

ไอโซเลต	ลำดับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมจากมากไปน้อย
IPKKU 247	IPKKU 180 > IPKKU 191 > AF137060 > IPKKU 218 > IPKKU 221 > AF134150 > IPKKU 189 > AF516295 > IPKKU 207 > IPKKU 246 > IPKKU 234 > IPKKU 225 > IPKKU 214 > IPKKU 239 > IPKKU 212 > IPKKU 181 > IPKKU 194 > IPKKU 175 > IPKKU 244 > IPKKU 200 > AF137067 > AF138269 > AJ345090
IPKKU 180	IPKKU 247 > AF137060 > IPKKU 191 > IPKKU 218 > IPKKU 221 > IPKKU 189 > AF134150 > AF516295 > IPKKU 207 > IPKKU 214 = IPKKU 246 > IPKKU 234 > IPKKU 225 > IPKKU 239 > IPKKU 212 > IPKKU 181 > IPKKU 194 > IPKKU 200 > IPKKU 175 > IPKKU 244 > AF137067 > AF138269 > AJ345090
IPKKU 200	IPKKU 189 > IPKKU 180 > IPKKU 247 > AF137060 > IPKKU 191 > IPKKU 221 > IPKKU 218 > AF134150 > IPKKU 175 > AF516295 > IPKKU 207 > IPKKU 214 = IPKKU 246 > IPKKU 181 > IPKKU 234 > IPKKU 239 > IPKKU 225 > IPKKU 212 > IPKKU 194 > IPKKU 244 > AF137067 > AF138269 > AJ345090
IPKKU 175	IPKKU 189 > AF137060 > IPKKU 180 > IPKKU 247 > IPKKU 221 > IPKKU 218 > IPKKU 191 > AF134150 > IPKKU 207 > AF516295 > IPKKU 234 > IPKKU 246 > IPKKU 21 > IPKKU 200 > IPKKU 225 > IPKKU 181 > IPKKU 239 > IPKKU 212 > IPKKU 194 > IPKKU 244 > AF137067 > AF138269 > AJ345090
IPKKU 189	AF137060 > IPKKU 191 > IPKKU 180 = IPKKU 247 > IPKKU 221 > IPKKU 218 > AF134150 > AF516295 > IPKKU 207 > IPKKU 214 > IPKKU 246 > IPKKU 234 > IPKKU 239 > IPKKU 181 > IPKKU 212 = IPKKU 225 > IPKKU 200 > IPKKU 175 > IPKKU 194 > IPKKU 244 > AF137067 > AF138269 > AJ345090

ตารางที่ 18 ลำดับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมจากค่าความแตกต่างทางพันธุกรรมที่ได้จากการวิเคราะห์ลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA (ต่อ)

ไอโซเลต	ลำดับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมจากมากไปน้อย
AF137060	IPKKU 180 > IPKKU 191 > IPKKU247 > IPKKU 218 > IPKKU 189 > IPKKU 221 > AF134150 > AF516295 > IPKKU 207 > IPKKU 246 > IPKKU 214 > IPKKU 234 > IPKKU 239 > IPKKU 212 > IPKKU 225 > IPKKU 181 > IPKKU 194 > IPKKU 175 > IPKKU 244 > IPKKU 200 > AF137067 > AF138269 > AJ345090
AF138269	AF137067 > AJ345090 > AF516295 > IPKKU 207 > AF134150 > AF137060 > IPKKU 234 > IPKKU 180 > IPKKU 214 > IPKKU 239 > IPKKU 247 > IPKKU 246 > IPKKU 212 > IPKKU 191 > IPKKU 218 > IPKKU 189 > IPKKU 221 > IPKKU 225 > IPKKU 181 > IPKKU 194 > IPKKU 244 > IPKKU 175 > IPKKU 200
AF137067	AF138269 > AF516295 > AJ345090 > IPKKU 207 > AF134150 > IPKKU 234 > AF137060 > IPKKU 180 > IPKKU 247 > IPKKU 246 > IPKKU 218 > IPKKU 191 > IPKKU 214 > IPKKU 239 > IPKKU 212 > IPKKU 189 > IPKKU 221 > IPKKU 225 > IPKKU 181 > IPKKU 194 > IPKKU 175 > IPKKU 244 > IPKKU 200
AJ345090	AF137067 > AF138269 > AF134150 > AF516295 > IPKKU 207 > IPKKU 214 > IPKKU 234 > AF137060 > IPKKU 247 > IPKKU 246 > IPKKU 180 > IPKKU 212 > IPKKU 218 > IPKKU 191 > IPKKU 239 > IPKKU 221 > IPKKU 225 > IPKKU 189 > IPKKU 194 > IPKKU 181 > IPKKU 244 > IPKKU 200 > IPKKU 175



ภาพที่ 61 Phylogenetic tree ที่ได้จากการวิเคราะห์ลำดับเบสบริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 rDNA

โดยวิธี Neighbor-joining (majority rule) และค่าทางสถิติ (bootstrap; 100 replicates)