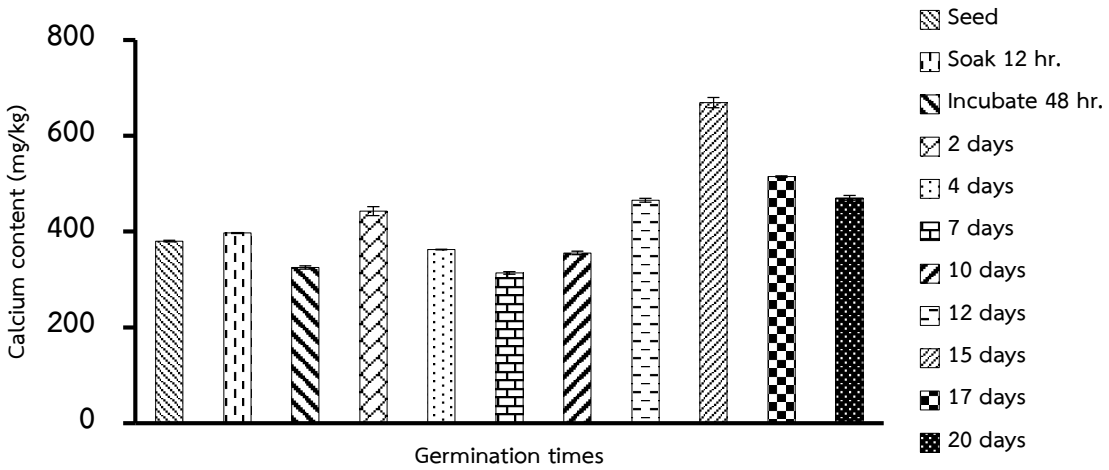
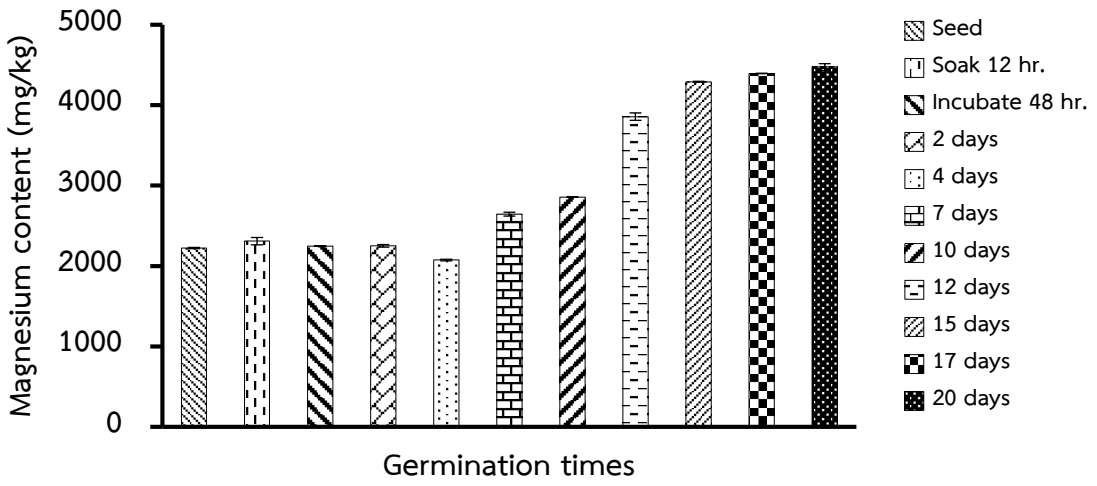
4.3 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณแร่ธาตุหลักและแร่ธาตุรองในต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6

การวิเคราะห์หาปริมาณแร่ธาตุหลักและรอง ประกอบไปด้วย แคลเซียม แมกนีเซียม แมกกานีส เหล็ก ทองแดง และสังกะสี ได้ทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอบชันสเปคโตรมิเตอร์ (AAS) จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณแคลเซียมที่สะสมอยู่ในของต้นงอกถั่วลิสง มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยและเริ่มลดลงหลังจากวันที่ 15 ของการเพาะ ดังแสดงในภาพ 4.8 และตาราง 4.4 พบว่าในเมล็ดเพาะ 7 วัน มีปริมาณแคลเซียมต่ำสุดเท่ากับ 313.81 mg/Kg D.W. สูงขึ้นมาเป็นเมล็ด บ่ม 48 ชั่วโมง, 10 วัน, 4 วัน, เมล็ด, แช่ 12 ชั่วโมง, 2 วัน, 12 วัน, 20 วัน, 17 วัน และปริมาณแคลเซียมที่พบสูงสุด ในการเพาะต้นงอก 15 วัน เท่ากับ 699.32 mg/Kg D.W.



ภาพ 4.8 ผลของระยะเวลาต่อปริมาณแคลเซียมในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6

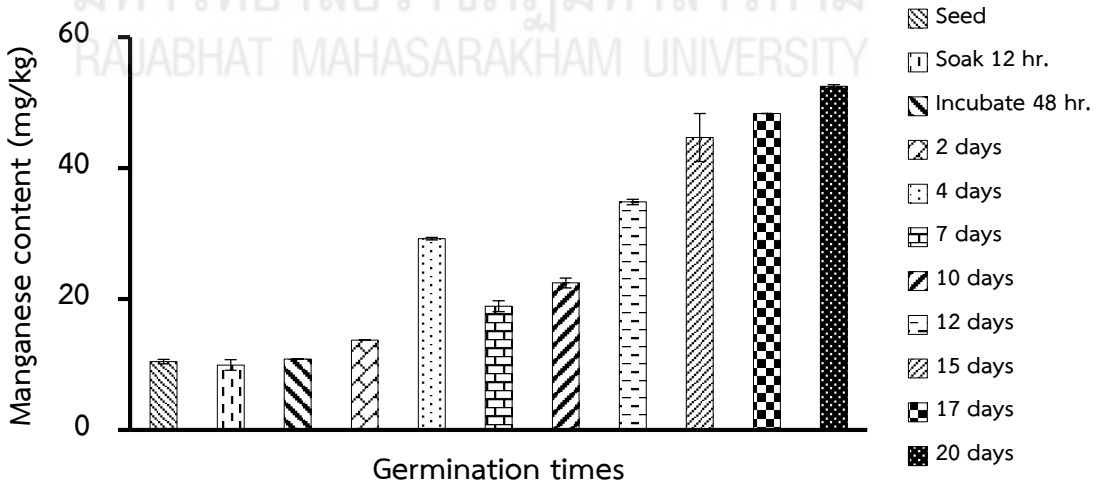
ปริมาณแมกนีเซียมที่สะสมอยู่ในของต้นงอกถั่วลิสง มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพ 4.9 และตาราง 4.4 พบว่าในเมล็ดเพาะ 4 วัน มีปริมาณแมกนีเซียมต่ำสุดเท่ากับ 2074.11 mg/Kg D.W. สูงขึ้นมาเป็นเมล็ด, 10 วัน, บ่ม 48 ชั่วโมง, 2 วัน, เมล็ด, แช่ 12 ชั่วโมง, 7 วัน 10 วัน, 12 วัน, 15 วัน, 17 วัน และปริมาณแมกนีเซียมที่พบสูงสุด ในการเพาะต้นงอก 20 วัน เท่ากับ 4476.72 mg/Kg D.W.



ภาพ 4.9 ผลของระยะเวลาต่อปริมาณแมกนีเซียมในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6

ปริมาณแมงกานีสที่สะสมอยู่ในของต้นงอกถั่วลิสง มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพ 4.10 และตาราง 4.4 พบว่าในเมล็ดแช่ 12 ชั่วโมง มีปริมาณแมงกานีสต่ำสุดเท่ากับ 9.92 mg/Kg D.W. สูงขึ้นมาเป็นเมล็ด, 10 วัน, บ่ม 48 ชั่วโมง, 2 วัน, เมล็ด, แช่ 12 ชั่วโมง, 7 วัน, 10 วัน, 4 วัน, 12 วัน, 15 วัน, 17 วัน และปริมาณแมงกานีสที่พบสูงสุด ในการเพาะต้นงอก 20 วัน เท่ากับ 52.48 mg/Kg D.W.

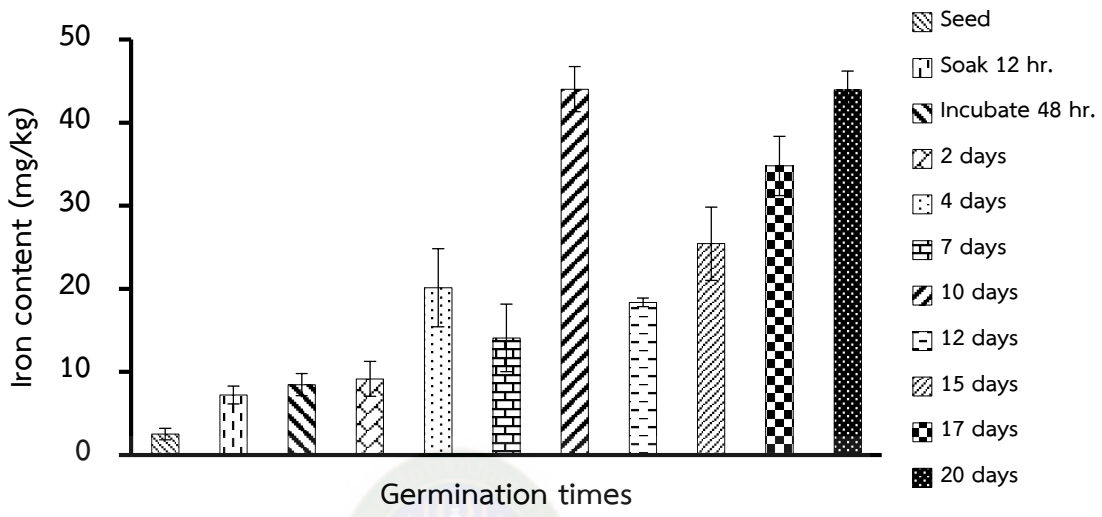
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพ 4.10 ผลของระยะเวลาต่อปริมาณแมงกานีสในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6

ปริมาณเหล็กที่สะสมอยู่ในของต้นงอกถั่วลิสง มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพ 4.11 และตาราง 4.4 พบว่าในเมล็ดมีปริมาณเหล็กต่ำสุดเท่ากับ 2.5 mg/Kg D.W. สูง

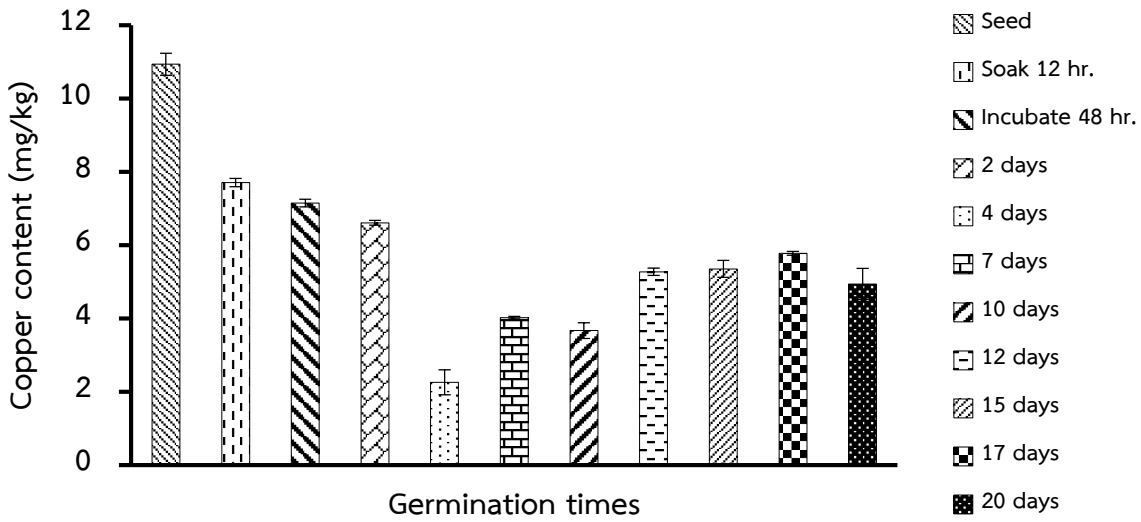
ขึ้นมาเป็นแช่ 12 ชั่วโมง, บ่ม 48 ชั่วโมง, 10 วัน, 2 วัน, 7 วัน, 12 วัน, 4 วัน, 15 วัน, 17 วัน, 20 วัน และปริมาณเหล็กที่พบสูงสุด ในการเพาะต้นงอก 10 วัน เท่ากับ 44.02 mg/Kg D.W.



ภาพ 4.11 ผลของระยะเวลาต่อปริมาณเหล็กในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6

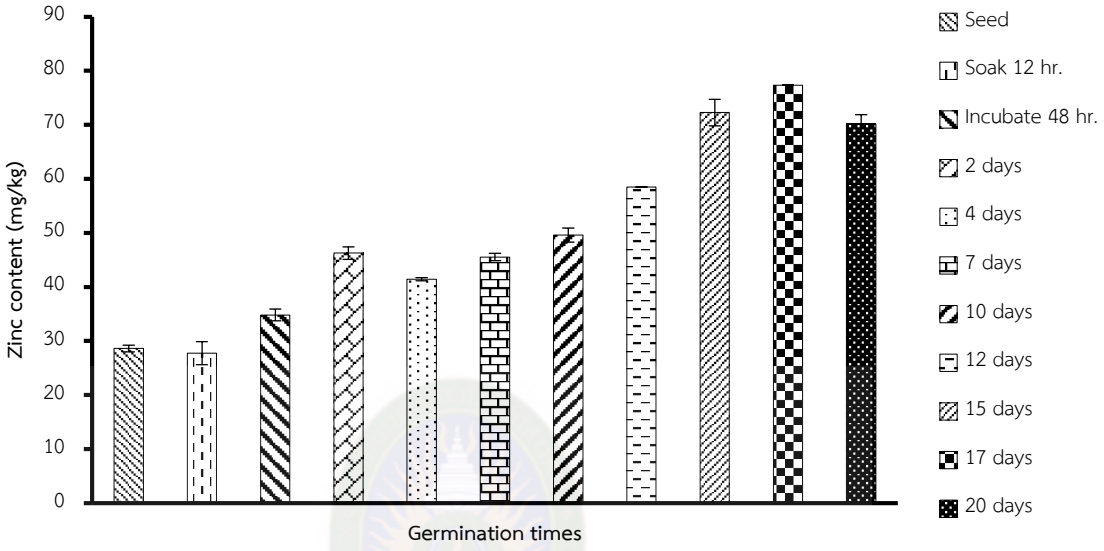
ปริมาณทองแดงที่สะสมอยู่ในของต้นงอกถั่วลิสง มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพ 4.12 และตาราง 4.4 พบว่าในเมล็ดเพาะ 4 วัน มีปริมาณทองแดงต่ำสุดเท่ากับ 2.25 mg/Kg D.W. สูงขึ้นมาเป็น 10 วัน, 7 วัน, 20 วัน, 12 วัน, 15 วัน, 17 วัน, 2 วัน, บ่ม 48 ชั่วโมง, แช่ 12 ชั่วโมง และปริมาณทองแดงที่พบสูงสุด ในการเพาะต้นงอก 10 วัน เท่ากับ 10.93 mg/Kg D.W.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพ 4.12 ผลของระยะเวลาต่อปริมาณทองแดงในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6

ปริมาณสังกะสีที่สะสมอยู่ในของต้นงอกถั่วลิสง มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพ 4.13 และตาราง 4.4 พบว่าในเมล็ดแช่ 12 ชั่วโมงมีปริมาณสังกะสีต่ำสุดเท่ากับ 27.44 mg/Kg D.W. สูงขึ้นมาเป็นเมล็ด, บ่ม 48 ชั่วโมง, 4 วัน, 7 วัน, 2 วัน, 10 วัน, 12 วัน, 20 วัน, 15 วัน และปริมาณสังกะสีที่พบสูงสุด ในการเพาะต้นงอก 17 วัน เท่ากับ 77.35 mg/Kg D.W.



ภาพ 4.13 ผลของระยะเวลาต่อปริมาณสังกะสีในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6

ตาราง 4.4 ปริมาณแร่ธาตุของถั่วลิสงงอกระยะเวลาต่างๆ กัน สายพันธุ์ขอนแก่น 6

GT	แร่ธาตุ (mg/Kg D.W.)		
	Ca	Mg	Cu
Seed	380.13±1.84^{d}	2223.21±8.95^{b}	10.93±0.29^{i}
Soak 12 hr.	397.21±1.04^{e}	2310.09±45.35^{c}	7.70±0.11^{h}
Incubate 48 hr.	325.24±3.42^{b}	2247.93±1.76^{b}	7.14±0.10^{g}
2 day	442.75±9.66^{f}	2250.16±16.54^{b}	6.60±0.06^{f}
4 day	362.42±0.60^{c}	2074.11±10.16^{e}	2.25±0.34^{a}
7 day	313.81±2.57^{a}	2646.06±23.60^{d}	4.02±0.03^{b}
10 day	355.50±3.52^{c}	2856.29±1.26^{e}	3.67±0.21^{b}
12 day	465.61±4.18^{g}	3858.10±46.45^{f}	5.27±0.10^{cd}
15 day	669.32±10.56^{i}	4291.46±6.34^{g}	5.35±0.23^{d}
17 day	514.68±1.74^{h}	4394.11±2.10^{h}	5.77±0.05^{e}
20 day	470.48±4.74^{g}	4476.72±42.22^{i}	4.94±0.42^{c}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตาราง 4.4 ปริมาณแร่ธาตุของถั่วลิสงงอกระยะเวลาต่างๆ กัน สายพันธุ์ขอนแก่น 6 (ต่อ)

GT	แร่ธาตุ (mg/Kg D.W.)		
	Mn	Fe	Zn
Seed	10.43±0.35[a]	2.50±0.68[a]	28.60±0.60[a]
Soak 12 hr.	9.92±0.79[a]	7.21±1.07[ab]	27.74±2.11[a]
Incubate 48 hr.	10.85±0.03[a]	8.46±1.33[b]	34.79±1.09[b]
2 day	13.74±0.01[b]	9.15±2.09[b]	46.25±1.13[d]
4 day	29.21±0.18[e]	20.12±4.71[d]	41.42±0.27[c]
7 day	18.87±0.83[c]	14.09±4.07[c]	45.53±0.69[d]
10 day	22.45±0.75[d]	44.02±2.72[g]	49.59±1.29[e]
12 day	34.81±0.41[f]	18.36±0.52[cd]	58.49±0.06[f]
15 day	44.66±3.67[g]	25.43±4.40[e]	72.28±2.46[g]
17 day	48.33±0.006[h]	34.79±3.55[f]	77.35±0.02[h]
20 day	52.48±0.22[i]	43.95±2.27[g]	70.17±1.71[g]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตาราง 4.5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างระยะเวลาในการเพาะต้นงอกกับปริมาณแร่ธาตุต่างๆ ของต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6

	GT	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	Zn
Ca	0.584**	1	-	-	-	-	-
Mg	0.910**	0.754**	1	-	-	-	-
Mn	0.939**	0.687**	0.917**	1	-	-	-
Fe	0.833**	0.313	0.675**	0.742**	1	-	-
Cu	-0.574**	-0.003	-0.220	-0.451**	-0.579**	1	-
Zn	0.955**	0.740**	0.931**	0.934**	0.726**	-0.419*	1

* มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญ $p < 0.05$

** มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญ $p < 0.01$

จากตาราง 4.4 จะเห็นได้ว่าปริมาณแร่ธาตุของแต่ละช่วงระยะเวลาในการเพาะ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) นอกจากนี้เมื่อนำไปหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พบว่าระหว่างระยะเวลาในการเพาะ มีผลต่อปริมาณ แมกนีเซียม แมงกานีส เหล็ก และสังกะสี ได้แสดงใน

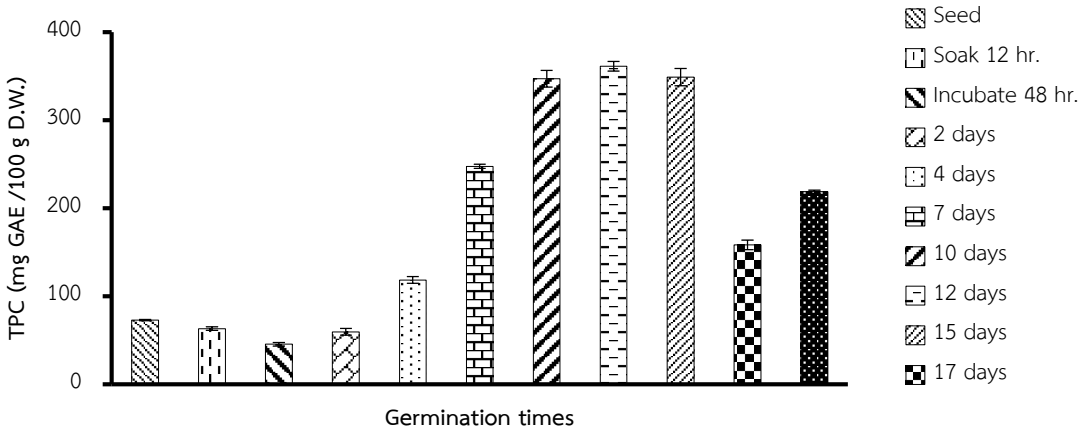
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตาราง 4.5 ดังนี้ ปริมาณแมกนีเซียม แมงกานีส เหล็ก และสังกะสี มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับระยะเวลาโดยมีค่า r เท่ากับ 0.910, 0.939, 0.833 และ 0.955 ตามลำดับ

4.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโพลิฟีนอล ฟลาโวนอยด์ และทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6 ด้วยเอทานอล

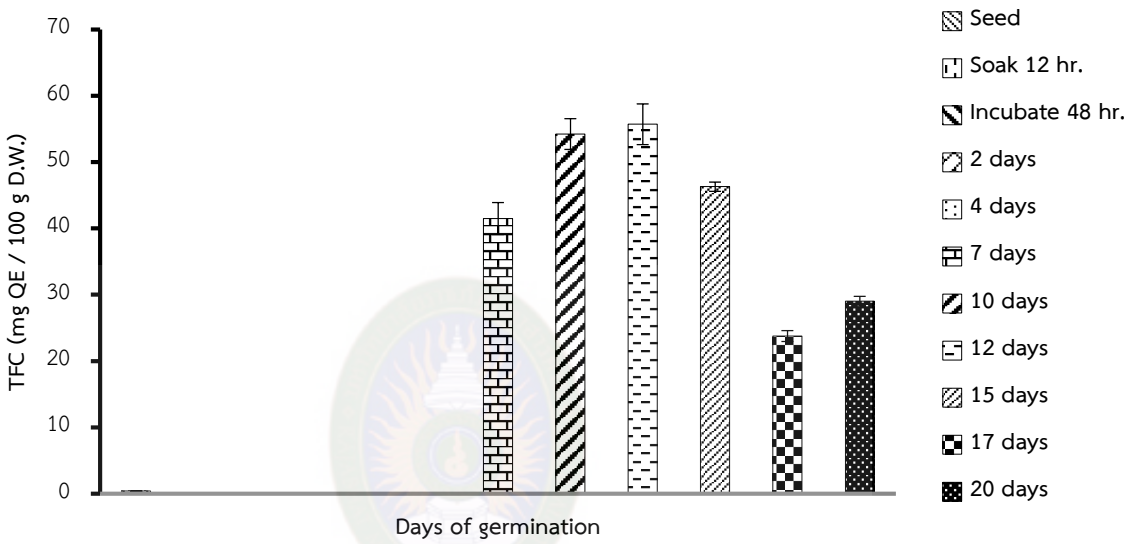
การศึกษาผลของระยะเวลาต่อปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ โดยการนำตัวอย่างถั่วลิสงงอกมาสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล ซึ่งเป็นตัวทำละลายที่มีขั้วปานกลาง สามารถสกัดสารที่มีความเป็นขั้วมากและขั้วน้อย อีกทั้งเป็นตัวทำละลายที่ปลอดภัย นิยมใช้ในการสกัดสารพืชหรือสมุนไพร จากนั้นนำสารสกัดมาวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิค และฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วย วิธี FRAP, DPPH และ ABTS ทั้งสามวิธีเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน เพราะเป็นวิธีที่ง่าย โดยอาศัยคุณสมบัติในการเป็นตัวรับหรือให้ไฮโดรเจนอะตอมกับอนุมูลอิสระ ทำให้อนุมูลอิสระครบคู่ ซึ่งค่าการดูดกลืนของแสงจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ และนำผลการทดลองที่ได้เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานโทรล็อคหรือวิตามินซี จากการทดลองพบว่าปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลทั้งหมดของต้นงอกถั่วลิสง มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาเพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในภาพ 4.14 และตาราง 4.7 ในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงวันที่ 12 วันมีปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลสูงสุดเท่ากับ 361.23 mg GAE/100 g D.W. รองลงมาเป็นวันที่ 15 วัน 10 วัน, 7 วัน, 20 วัน, 17 วัน, 4 วัน, เมล็ด, แช่ 12 ชั่วโมง, 2 วัน และปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลทั้งหมดในเมล็ดต่ำสุดพบในเมล็ดบ่ม 48 ชั่วโมงเท่ากับ 45.45 mg GAE/100 g D.W.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพ 4.14 ผลของระยะเวลาต่อปริมาณโพลิฟีนอลทั้งหมดในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6

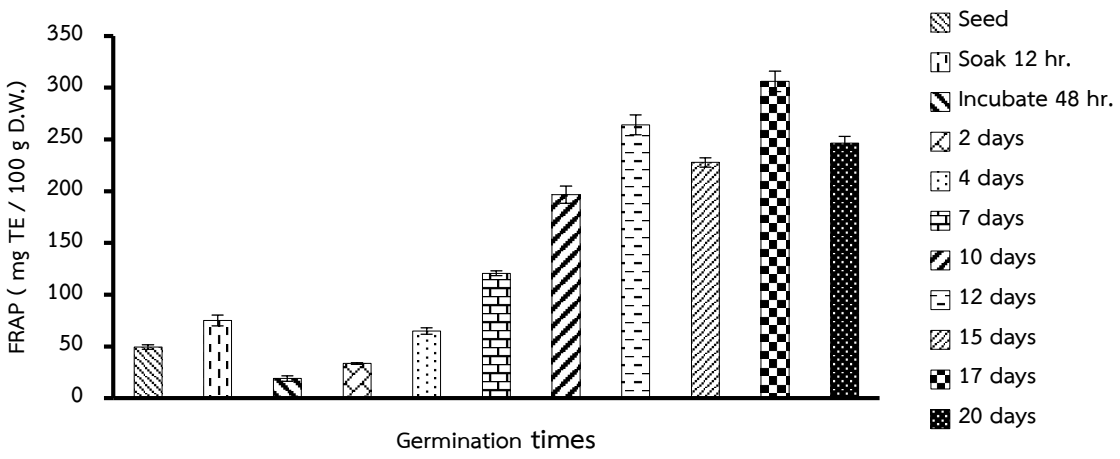
ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของต้นงอกถั่วลิสง มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาเพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในภาพ 4.15 และตาราง 4.7 ในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงวันที่ 12 มีปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดสูงสุดเท่ากับ 55.71 mg QE/100 g D.W. รองลงมาเป็นวันที่ 10 วัน, 15 วัน, 7 วัน, 20 วัน, 17 วัน, เมล็ด, 4, เมล็ดบ่ม 48 ชั่วโมง, แช่ 12 ชั่วโมง และปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในต้นถั่วลิสงงอก 2 วัน มีปริมาณต่ำสุดเท่ากับ 0.007 mg QE/100 g D.W.



ภาพ 4.15 ผลของระยะเวลาต่อปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

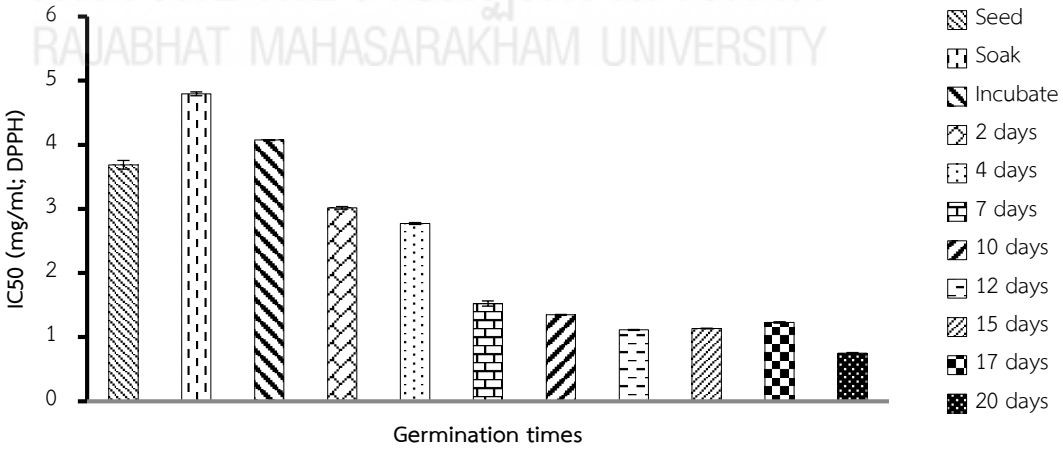
ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP ของต้นงอกถั่วลิสง เปรียบเทียบกับสารมาตรฐานโทรล็อก มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาเพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในภาพ 4.16 และตาราง 4.7 ในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงวันที่ 17 วัน มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุดเท่ากับ 306.08 mg TE/100 g D.W. รองลงมาเป็นวันที่ 12 วัน, 20 วัน, 15 วัน, 10 วัน, 7 วัน, แช่ 12 ชั่วโมง, 4 วัน, 2 วัน, เมล็ด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเมล็ดบ่ม 48 ชั่วโมง มีฤทธิ์ต่ำสุดเท่ากับ 18.98 mg TE/100 g D.W.



ภาพ 4.16 ผลของระยะเวลาต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAPในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6

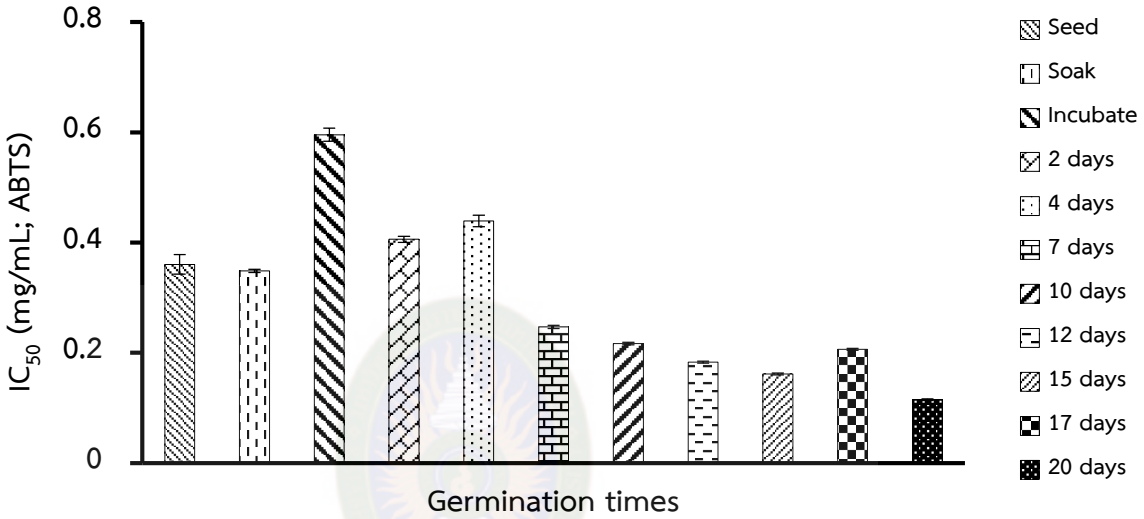
ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ของต้นงอกถั่วลิสง มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาเพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในภาพ 4.17 และตาราง 4.7 ในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงวันที่ 20 วัน มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด ค่า IC_{50} เท่ากับ 0.75 mg/mL รองลงมาเป็นวันที่ 12 วัน, 15 วัน, 17 วัน, 10 วัน, 7 วัน, 4 วัน, 2 วัน, เมล็ด, บ่ม 48 ชั่วโมง และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเมล็ดแช่ 12 ชั่วโมง มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่ำสุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 4.80 mg/mL

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพ 4.17 ผลของระยะเวลาต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS ของต้นงอกถั่วลิสง มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาเพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในภาพ 4.18 และตาราง 4.6 ในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงวันที่ 20 วัน มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด ค่า IC_{50} เท่ากับ 0.11 mg/mL รองลงมาเป็นวันที่ 15 วัน, 12 วัน, 17 วัน, 10 วัน, 7 วัน, เมล็ดแช่ 12 ชั่วโมง, เมล็ด, 2 วัน, 4 วัน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระใน มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่ำสุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.59 mg/mL



ภาพ 4.18 ผลของระยะเวลาต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS ในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากตาราง 4.6 จะเห็นได้ว่าปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของแต่ละช่วงระยะเวลาในการเพาะ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) นอกจากนี้เมื่อนำไปหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พบว่าระหว่างระยะเวลาในการเพาะมีผลต่อสารประกอบโพลิฟีนอลและฟลาโวนอยด์ทั้งหมด ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP, ABTS และ DPPH ดังในตาราง 4.7 ดังนี้ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับระยะเวลาโดยมีค่า r เท่ากับ 0.900 สำหรับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH มีความสัมพันธ์เชิงลบกับระยะเวลา โดยมีค่า r เท่ากับ -0.920 หมายถึงเมื่อเวลาเพิ่มมากขึ้น ได้ทำให้ค่า IC_{50} ลดลง แสดงความเข้มข้นของสารที่ใช้ในการยับยั้งอนุมูลอิสระลดลง เท่ากับมีฤทธิ์ในต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH สูงขึ้น นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลทั้งหมดมีกับปริมาณฟลาโวนอยด์ โดยมีค่า r เท่ากับ 0.975

ตาราง 4.6 ปริมาณโพลิฟีนอลและฟลาโวนอยด์ทั้งหมด ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของถั่วลิสงงอก ระยะเวลาต่างๆ กัน สายพันธุ์ขอนแก่น 6

	TPC	TFC	FRAP	DPPH	ABTS
Seed	72.87 ±0.65^{C}	0.39 ±0.04^{a}	49.39±2.26^{c}	3.69± 0.07^{h}	0.36±0.02^{e}
Soak 12 hr.	63.12 ±2.02^{b}	0.004 ±0.0001^{a}	75.07±5.26^{e}	4.80±0.03^{j}	0.35±0.01^{e}
Incubate 48 hr.	45.45±2.05^{a}	0.003±0.0002^{a}	18.98±2.59^{a}	4.07±0.01^{i}	0.59±0.01^{h}
2 days	59.59±3.86^{b}	0.007±0.0003^{a}	33.48±0.76^{b}	3.02±0.02^{g}	0.41±0.01^{f}
4 days	118.44±3.81^{d}	0.011±0.0005^{a}	64.87±3.057^{d}	2.77±0.02^{f}	0.44±0.01^{g}
7 days	247.66±2.20^{g}	41.50±2.42^{d}	120.61±2.25^{f}	1.52±0.04^{e}	0.25±0.01^{d}
10 days	347.25±9.39^{h}	54.23± 2.31^{f}	196.56±8.46^{g}	1.35±0.01^{d}	0.22±0.01^{c}
12 days	361.23 ±.51^{i}	55.71±3.07^{f}	263.95±9.64^{j}	1.11±0.01^{b}	0.18±0.01^{b}
15 days	348.88±9.79^{h}	46.30±0.69^{e}	227.68±4.58^{h}	1.13±0.004^{b}	0.16±0.01^{b}
17 days	158.32±5.38^{e}	23.77±0.81^{b}	306.08±9.91^{k}	1.23±0.01^{c}	0.21±0.02^{c}
20 days	218.61±2.07^{f}	29.02±0.74^{C}	246.48±29^{i}	0.75±0.01^{a}	0.11±0.01^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตาราง 4.7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างระยะเวลาในการเพาะต้นงอกกับปริมาณโพลิฟีนอล และฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6

	GT	TPC	TFC	FRAP	DPPH	ABTS
TPC	0.686**	1	-	-	-	-
TFC	0.691**	0.975**	1	-	-	-
FRAP	0.900**	0.735**	0.759**	1	-	-
DPPH	-0.920**	-0.824**	-0.830**	-0.842**	1	-
ABTS	-0.782**	-0.771**	-0.778**	-0.866**	0.821**	1

GT คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการเพาะต้นงอกถั่วลิสง

* มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญ $p < 0.05$

** มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญ $p < 0.01$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.5 ผลการแยกบริสุทธิ์สารสกัดของต้นงอกถั่วลิสง และการวิเคราะห์ปริมาณโพลิฟีนอล ฟลาโวนอยด์ และทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในชั้นเฮกเซน (sub fraction hexane) และชั้นเอทานอล (sub fraction ethanol)

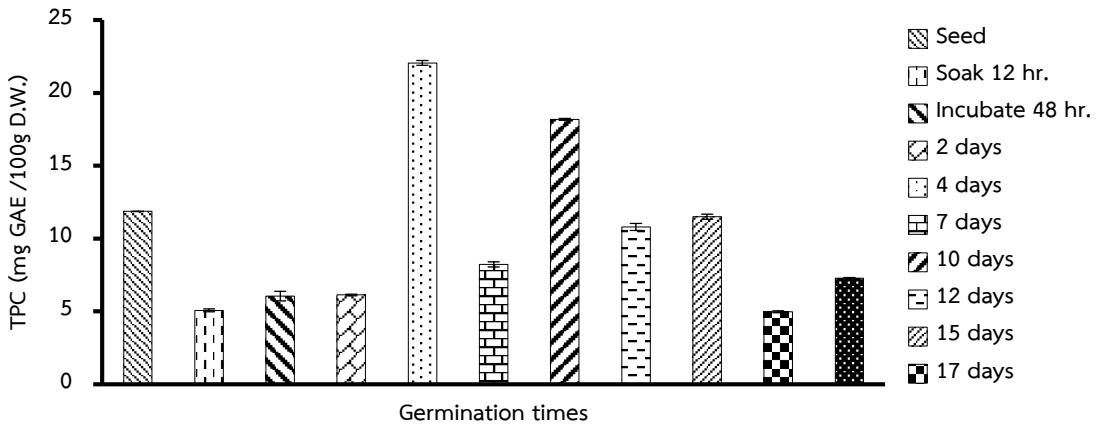
จากผลการทดลองการสกัดตัวอย่างถั่วลิสงงอกด้วยตัวทำละลายเอทานอล พบว่าสารสกัดมีลักษณะเป็นน้ำมันออกมาในปริมาณมากโดยเฉพาะช่วงการเพาะวันแรกๆ คือ เมล็ด แช่ 12 ชั่วโมง บ่ม 48 ชั่วโมง และเพาะ 2 วัน เนื่องจากเมล็ดถั่วลิสงยังไม่ได้เปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพให้เปลี่ยนมาเป็นใบเลี้ยงคู่ หลังจากนำสารสกัดดังกล่าวมาวิเคราะห์แล้วเราพบปัญหาเกี่ยวกับความเป็นขั้วของสารที่ต่างกัน ทำให้เกิดปัญหาขึ้นในระหว่างที่มีการวิเคราะห์ เช่น เกิดตะกอนขึ้นทำให้ขั้นตอนในการวิเคราะห์ซับซ้อนขึ้น ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้ทำการแยกบริสุทธิ์สารสกัดถั่วลิสงงอกโดยตัวทำละลายเฮกเซน ซึ่งเป็นตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว สามารถสกัดสารไม่มีขั้ว เช่น สารที่มีลักษณะเป็นน้ำมันออกมาได้ จะได้สารสกัดในชั้นเฮกเซนออกมา (sub fraction hexane) สำหรับสารสกัดที่เหลืออยู่ในชั้นเอทานอล (sub fraction ethanol) นำสารสกัดทั้งสอง fraction มาวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลและฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP, DPPH และ ABTS ผลการทดลองดังนี้

4.5.1 ผลการวิเคราะห์หาสารประกอบโพลิฟีนอลและฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดชั้นเฮกเซน (sub fraction hexane)

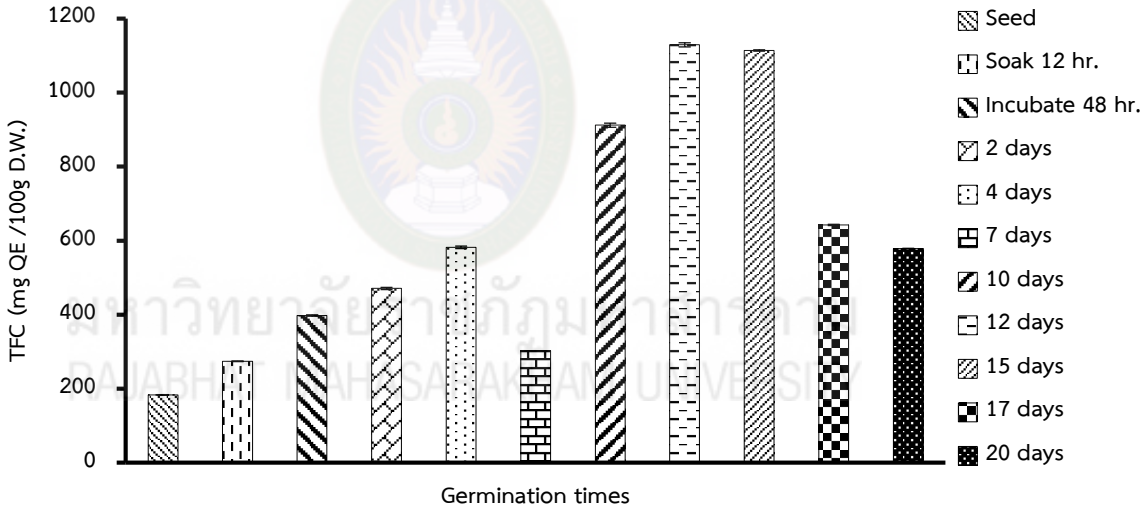
ปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลทั้งหมดของต้นงอกถั่วลิสง มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาเพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในภาพ 4.19 และตาราง 4.8 ในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงวันที่ 4 วันมีปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลสูงสุดเท่ากับ 22.06 mg GAE/100 g D.W. รองลงมาเป็นวันที่ 10 วัน, เมล็ด, 15 วัน, 12 วัน, 7 วัน, 20 วัน, 2, บ่ม 48 ชั่วโมง, แช่ 12 ชั่วโมง และปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลทั้งหมดในเมล็ดต่ำสุดพบในเมล็ดเพาะ 17 วัน เท่ากับ 4.97 mg GAE/100 g D.W.

ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของต้นงอกถั่วลิสง มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาเพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในภาพ 4.20 และตาราง 4.8 ในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงวันที่ 12 วันมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์สูงสุดเท่ากับ 1129.56 mg QE/100 g D.W. รองลงมาเป็นวันที่ 15 วัน, 10 วัน, 17 วัน, 4 วัน, 20 วัน, 2 วัน, บ่ม 48 ชั่วโมง, 7 วัน, แช่ 12 ชั่วโมง และปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในเมล็ดต่ำสุดพบในเมล็ดเท่ากับ 183.53 mg QE/100 g D.W.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

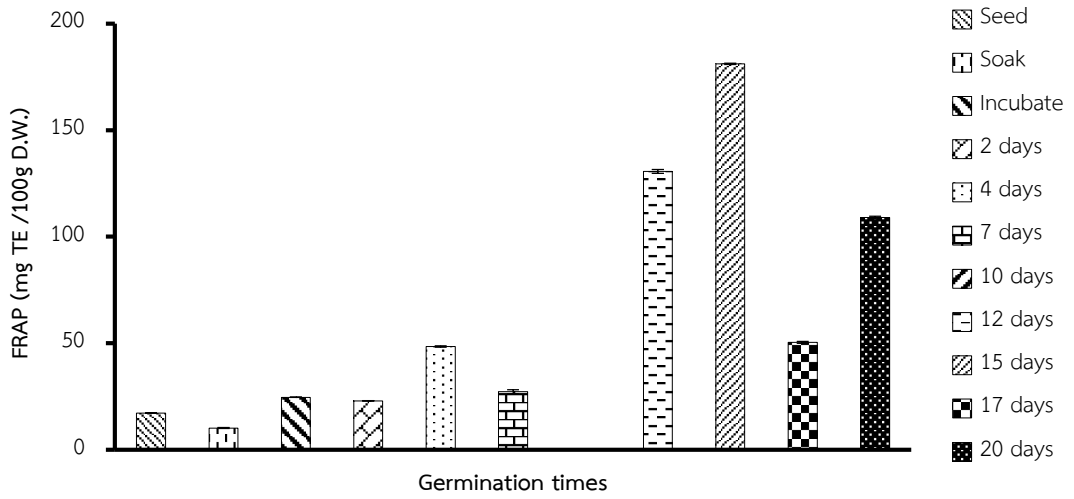


ภาพ 4.19 ผลของระยะเวลาต่อปริมาณโพลิฟีนอลทั้งหมดในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6 (sub fraction hexane)



ภาพ 4.20 ผลของระยะเวลาต่อปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6 (sub fraction hexane)

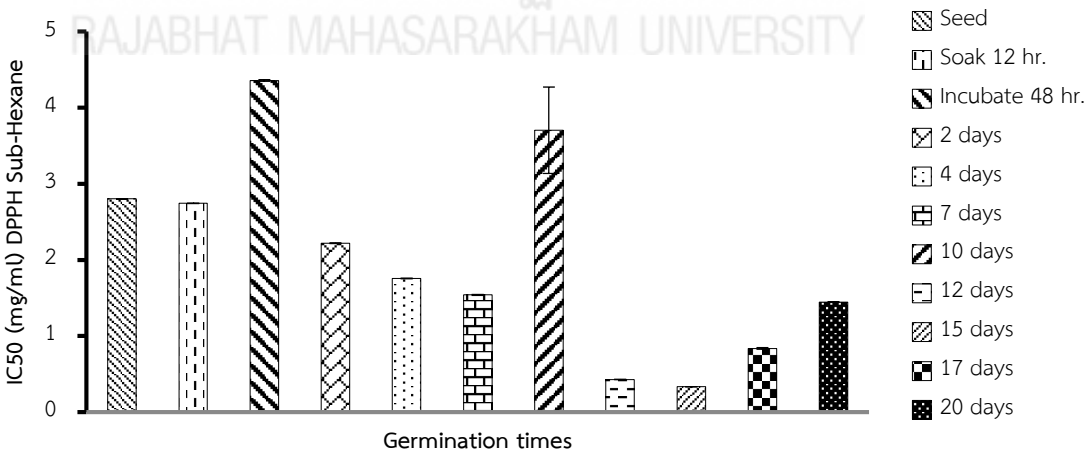
ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP วิธีนี้ได้ศึกษาความสามารถในการรีดิวซ์เหล็ก ในสารสกัดจากต้นงอกถั่วลิสง พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาเพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในภาพ 4.21 และตาราง 4.8 ในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงวันที่ 15 วันมีความสามารถในการรีดิวซ์เหล็กสูงสุดเท่ากับ 1129.56 mg TE/100 g D.W. รองลงมาเป็นวันที่ 12 วัน, 20 วัน, 17 วัน, 4 วัน, 7, บ่ม 48 ชั่วโมง, 2 วัน, เมล็ด และความสามารถในการรีดิวซ์เหล็กในเมล็ดต่ำสุดพบในเมล็ดแช่ 12 ชั่วโมง เท่ากับ 10.23 mg TE/100 g D.W.



ภาพ 4.21 ผลของระยะเวลาต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP ในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6 (sub fraction hexane)

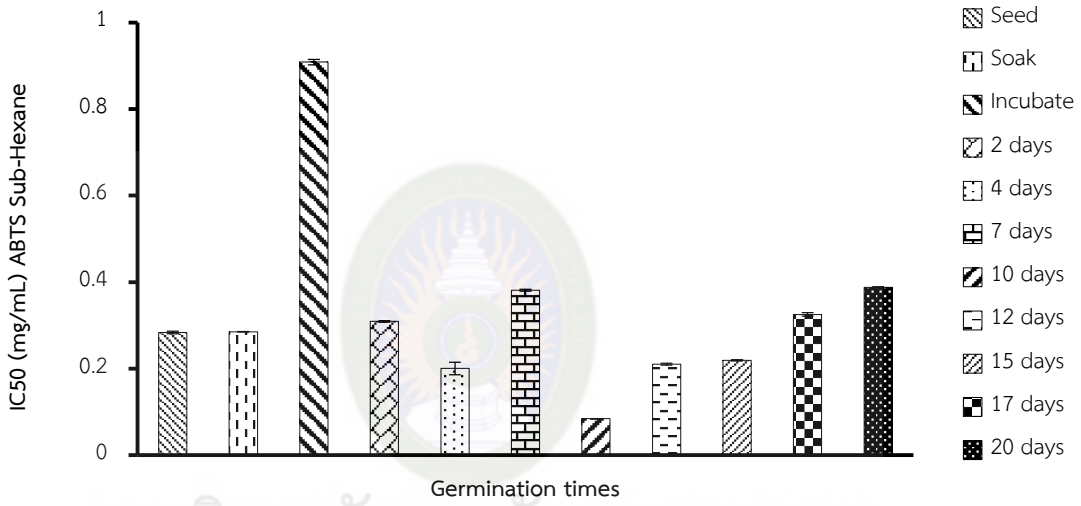
ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH วิธีนี้ได้ศึกษาความสามารถในยับยั้งอนุมูลอิสระ โดยสังเกตจากค่า IC_{50} ที่ลดลง ในสารสกัดจากต้นงอกถั่วลิสง พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาเพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในภาพ 4.22 และตาราง 4.8 ในการเพาะถั่วลิสงงอก 15 วันมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้สูงสุดโดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.33 mg/mL รองลงมาเป็นวันที่12 วัน, 17 วัน, 20 วัน, 7 วัน, 4 วัน, 2 วัน, แช่ 12 ชั่วโมง, เมล็ด, 10 วัน และความสามารถในการการยับยั้งอนุมูลอิสระในเมล็ดต่ำสุดพบในเมล็ดบ่ม 48 ชั่วโมงโดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 4.36 mg/mL

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพ 4.22 ผลของระยะเวลาต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6 (sub fraction hexane)

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS วิธีนี้ได้ศึกษาความสามารถในยับยั้งอนุมูลอิสระ โดยสังเกตจากค่า IC_{50} ที่ลดลง ในสารสกัดจากต้นงอกถั่วลิสง พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาเพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในภาพ 4.23 และตาราง 4.8 ในการเพาะถั่วลิสงงอก 10 วันมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้สูงสุดโดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.08 mg/mL รองลงมาเป็นวันที่ 4 วัน, 12 วัน, 15 วัน, เมล็ด, แช่ 12 ชั่วโมง, 2 วัน, 17 วัน, 7 วัน, 20 วัน และความสามารถในการการยับยั้งอนุมูลอิสระในเมล็ดต่ำสุดพบในเมล็ดบ่ม 48 ชั่วโมงโดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.91 mg/mL



ภาพ 4.23 ผลของระยะเวลาต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS ในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6 (sub fraction hexane)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตาราง 4.8 ปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลฟลาโวนอยด์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของถั่วลิสงงอก ระยะเวลาต่างๆ กัน สายพันธุ์ขอนแก่น 6

	TPC	TFC	FRAP	DPPH	ABTS
Seed	11.87±0.02^{f}	183.53±1.02^{a}	17.22±0.03^{b}	2.80±0.003^{f}	0.28±0.003^{d}
Soak 12 hr.	5.07±0.1^{a}	274.49± 0.88^{b}	10.23±0.21^{a}	2.74±0.001^{f}	0.29±0.0004^{d}
Incubate 48 hr.	6.04±0.33^{b}	397.86±1.4^{d}	24.65±0.13^{c}	4.36±0.009^{h}	0.91±0.007^{h}
2 days	6.13±0.05^{b}	470.85±2.86^{e}	22.99±0.1^{c}	2.22±0.003^{e}	0.31±0.002^{e}
4 days	22.06±0.16^{h}	581.85±3.68^{g}	48.49±0.34^{d}	1.76±0.003^{d}	0.20±0.01^{b}
7 days	8.23±0.18^{d}	302.22±0.49^{c}	27.22±0.93^{c}	1.54±0.004^{cd}	0.38±0.002^{g}
10 days	18.18±0.07^{g}	912.05±5.77^{h}	ND	3.70±0.57^{g}	0.08±0.0002^{a}
12 days	10.80±0.25^{e}	1129.16±5.6^{j}	130.6±0.89^{f}	0.43±0.001^{a}	0.21±0.002^{bc}
15 days	11.50±0.18^{f}	1113.66±1.46^{i}	181.08±0.27^{g}	0.33±0.001^{a}	0.22±0.002^{c}
17 days	4.97±0.07^{a}	642.18±1.64^{g}	50.35±0.45^{d}	0.84±0.01^{b}	0.33±0.004^{f}
20 days	7.27±0.05^{c}	578.40±0.77^{f}	109.03±0.61^{e}	1.45±0.002^{d}	0.39±0.002^{g}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

จากตาราง 4.8 ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของแต่ละช่วงระยะเวลาในการเพาะ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) นอกจากนี้เมื่อนำไปหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พบว่าระหว่างระยะเวลาในการเพาะมีผลต่อสารประกอบโพลิฟีนอลและฟลาโวนอยด์ทั้งหมด ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP, ABTS และ DPPH ดังในตาราง 4.9 ดังนี้ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP ไม่มีมีความสัมพันธ์กับระยะเวลา แต่ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด โดยมีค่า r เท่ากับ 0.881

ตาราง 4.9 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างระยะเวลาในการเพาะต้นงอกกับปริมาณโพลิฟีนอลและฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6

	GT	TPC	TFC	FRAP	DPPH	ABTS
TPC	-0.008	1	-	-	-	-
TFC	0.667**	0.332	1	-	-	-
FRAP	0.641**	0.432*	0.881**	1	-	-
DPPH	-0.648**	0.042	0.498**	-0.269	1	-
ABTS	-0.242	-0.520**	-0.421*	-0.467**		1

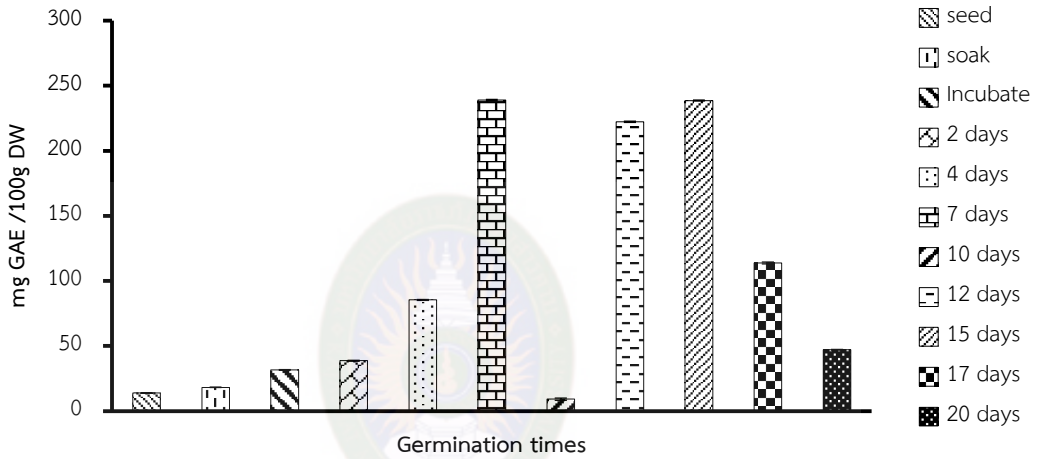
GT คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการเพาะต้นงอกถั่วลิสง

* มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญ $p < 0.05$ ** มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญ $p < 0.01$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.5.2 ผลการวิเคราะห์หาสารประกอบโพลิฟีนอลและฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดชั้นเอทานอล (sub fraction ethanol)

ปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลทั้งหมดของต้นงอกถั่วลิสง มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาเพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในภาพ 4.24 และตาราง 4.10 ในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงวันที่ 7 วันมีปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลสูงสุดเท่ากับ 239.00 mg GAE/100 g D.W. รองลงมาเป็นวันที่ 15 วัน, 12 วัน, 17 วัน, 4 วัน, 20 วัน, 2 วัน, บ่ม 48 ชั่วโมง, แช่ 12 ชั่วโมง, เมล็ด และปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลทั้งหมดในเมล็ดต่ำสุดพบในเมล็ดเพาะ 10 วัน เท่ากับ 9.18 mg GAE/100 g D.W.

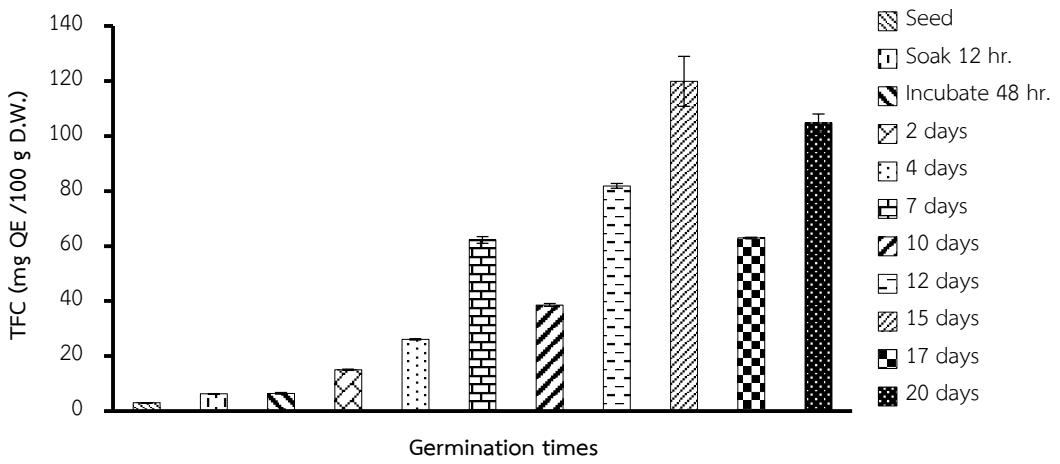


ภาพ 4.24 ผลของระยะเวลาต่อปริมาณโพลิฟีนอลทั้งหมดในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6 (sub fraction ethanol)

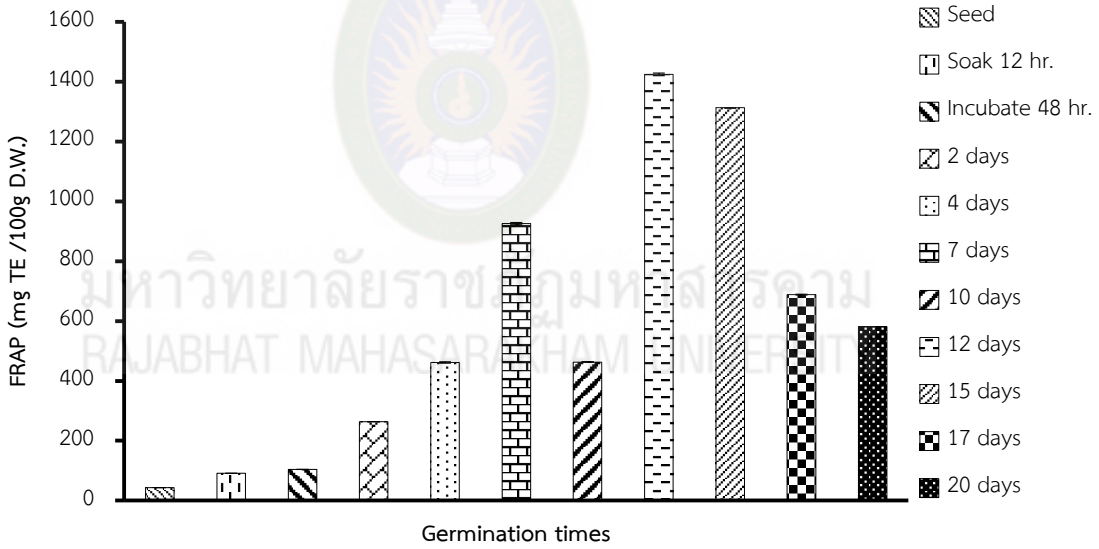
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของต้นงอกถั่วลิสง มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาเพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในภาพ 4.25 และตาราง 4.10 ในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงวันที่ 15 วันมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์สูงสุดเท่ากับ 119.90 mg QE/100 g D.W. รองลงมาเป็นวันที่ 20 วัน, 12 วัน, 17 วัน, 7 วัน, 10 วัน, 4 วัน, 2 วัน, บ่ม 48 ชั่วโมง, แช่ 12 ชั่วโมง, เมล็ด และปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในเมล็ดต่ำสุดพบในเมล็ดเท่ากับ 2.97 mg QE/100 g D.W.

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP วิธีนี้ได้ศึกษาความสามารถในการรีดิวซ์เหล็ก ในสารสกัดจากต้นงอกถั่วลิสง พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาเพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในภาพ 4.26 และตาราง 4.10 ในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงวันที่ 12 วันมีความสามารถในการรีดิวซ์เหล็กสูงสุดเท่ากับ 1423.93 mg TE/100 g D.W. รองลงมาเป็นวันที่ 15 วัน, 7 วัน, 17 วัน, 20 วัน, 10 วัน, 4 วัน, 2 วัน, บ่ม 48 ชั่วโมง, แช่ 12 ชั่วโมง และความสามารถในการรีดิวซ์เหล็กในเมล็ดต่ำสุดพบในเมล็ดเท่ากับ 10.23 mg TE/100 g D.W.

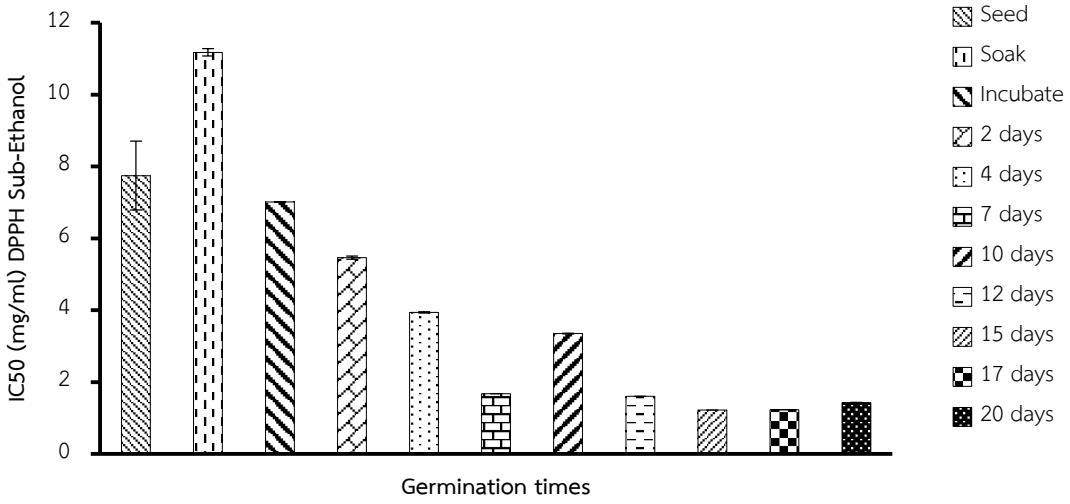


ภาพ 4.25 ผลของระยะเวลาต่อปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6 (sub fraction ethanol)



ภาพ 4.26 ผลของระยะเวลาต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP ในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6 (sub fraction ethanol)

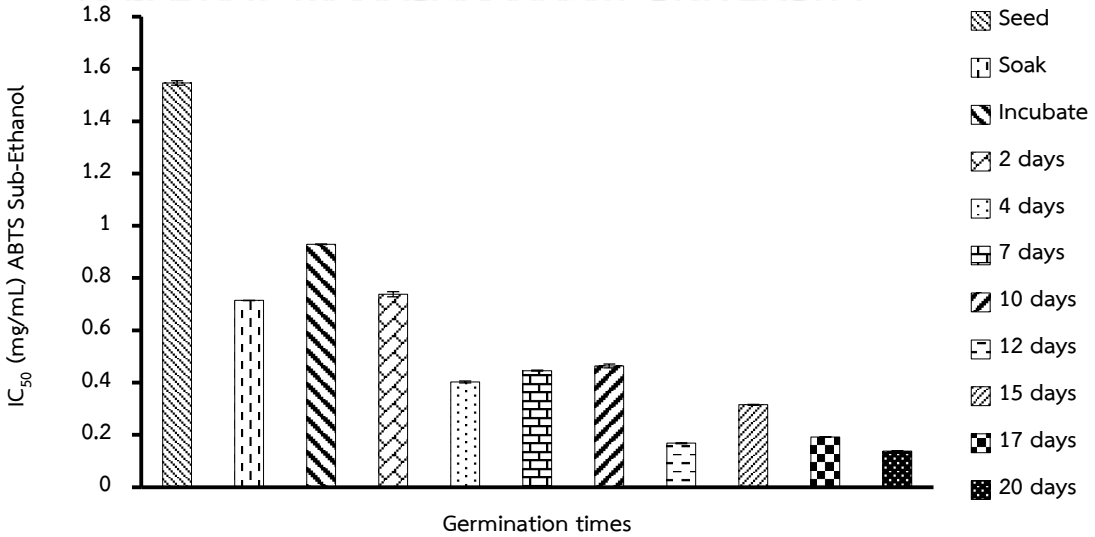
ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH วิธีนี้ได้ศึกษาความสามารถในยับยั้งอนุมูลอิสระ โดยสังเกตจากค่า IC_{50} ที่ลดลง ในสารสกัดจากต้นงอกถั่วลิสง พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาเพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในภาพ 4.27 และตาราง 4.10 ในการเพาะถั่วลิสงงอก 15 วัน มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้สูงสุดโดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 1.22 mg/mL รองลงมาเป็นวันที่ 17 วัน, 20 วัน, 12 วัน, 7 วัน, 10 วัน, 4 วัน, 2 วัน, บ่ม 48 ชั่วโมง, เมล็ด และความสามารถในการการยับยั้งอนุมูลอิสระในเมล็ดต่ำสุดพบในเมล็ดแช่ 12 ชั่วโมง โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 11.18 mg/mL



ภาพ 4.27 ผลของระยะเวลาต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6 (sub fraction ethanol)

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS วิธีนี้ได้ศึกษาความสามารถในยับยั้งอนุมูลอิสระ โดยสังเกตจากค่า IC_{50} ที่ลดลง ในสารสกัดจากต้นงอกถั่วลิสง พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาเพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในภาพ 4.28 และตาราง 4.10 ในการเพาะถั่วลิสงงอก 20 วันมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้สูงสุดโดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.14 mg/mL รองลงมาเป็นวันที่ 12 วัน, 17 วัน, 15 วัน, 4 วัน, 7 วัน, 10 วัน, แช่ 12 ชั่วโมง, 2 วัน, บ่ม 48 ชั่วโมงและความสามารถในการการยับยั้งอนุมูลอิสระในเมล็ดต่ำสุดพบในเมล็ด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 1.55 mg/mL

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพ 4.28 ผลของระยะเวลาต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS ในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6 (sub fraction ethanol)

จากตาราง 4.10 ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของแต่ละช่วงระยะเวลาในการเพาะ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) นอกจากนี้เมื่อนำไปหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พบว่าระหว่างระยะเวลาในการเพาะมีผลต่อสารประกอบโพลิฟีนอลและฟลาโวนอยด์ทั้งหมด ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP, ABTS และ DPPH ดังในตาราง 4.11 ดังนี้ ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับระยะเวลา โดยมีค่า r เท่ากับ 0.889 และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของวิธี FRAP DPPH และ ABTS มีความสัมพันธ์กับระยะเวลา โดยมีค่า r เท่ากับ 0.699, -0.879 และ -0.871 โดย วิธี DPPH กับ ABTS ได้มีความสัมพันธ์เชิงลบ หมายถึงระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นทำให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น จากผลการทดลองคือค่า IC_{50} ลดลง ความเข้มข้นที่ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS ลดลงแต่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ50

ตาราง 4.10 ปริมาณแร่ธาตุของถั่วลิสงงอกระยะเวลาต่างๆ กัน สายพันธุ์ขอนแก่น 6

	TPC	TFC	FRAP	DPPH	ABTS
Seed	13.90 ± 0.13^{b}	2.97 ± 0.02^{a}	43.54 ± 0.12^{a}	7.75 ± 0.96^{f}	1.55 ± 0.001^{j}
Soak 12 hr.	18.19 ± 0.12^{c}	6.24 ± 0.03^{a}	91.41 ± 0.18^{b}	11.18 ± 0.11^{g}	0.71 ± 0.001^{g}
Incubate 48 hr.	31.76 ± 0.24^{d}	6.44 ± 0.24^{a}	104.28 ± 0.29^{c}	7.01 ± 0.004^{e}	0.93 ± 0.01^{i}
2 days	38.70 ± 0.38^{e}	15.03 ± 0.25^{b}	263.51 ± 0.24^{d}	5.46 ± 0.04^{d}	0.74 ± 0.004^{h}
4 days	85.51 ± 0.36^{g}	26.10 ± 0.23^{c}	461.86 ± 2.27^{e}	3.94 ± 0.02^{c}	0.40 ± 0.002^{e}
7 days	239.00 ± 0.57^{j}	62.27 ± 1.22^{e}	925.31 ± 3.80^{h}	1.68 ± 0.002^{a}	0.45 ± 0.01^{f}
10 days	9.18 ± 0.85^{a}	38.56 ± 0.49^{d}	462.83 ± 0.54^{e}	3.35 ± 0.01^{b}	0.46 ± 0.002^{f}
12 days	222.25 ± 0.47^{i}	81.89 ± 0.86^{f}	1423.93 ± 4.43^{j}	1.60 ± 0.002^{a}	0.170 ± 002^{b}
15 days	238.61 ± 0.32^{j}	119.90 ± 9.05^{h}	1312.62 ± 0.41^{i}	1.22 ± 0.003^{a}	0.32 ± 0.001^{d}
17 days	113.82 ± 0.65^{h}	62.91 ± 0.30^{e}	688.50 ± 0.84^{g}	1.23 ± 0.001^{a}	0.19 ± 0.001^{c}
20 days	$47.13\ 0.22^{f}$	$104.78\ \pm3.25^{g}$	581.43 ± 0.19^{f}	1.43 ± 0.01^{a}	0.14 ± 0.01^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตาราง 4.11 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างระยะเวลาในการเพาะต้นงอกกับปริมาณโพลิฟีนอลและฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6

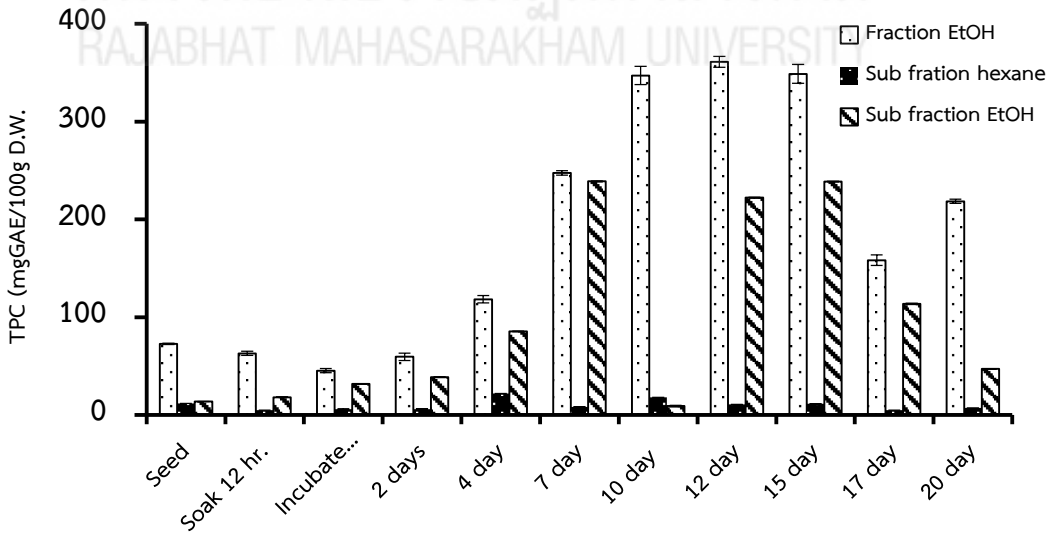
	GT	TPC	TFC	FRAP	DPPH	ABTS
TPC	0.471**	1	-	-	-	-
TFC	0.889**	0.687**	1	-	-	-
FRAP	0.699**	0.910**	0.844**	1	-	-
DPPH	-0.879**	-0.657**	-0.823**	-0.789**	1	
ABTS	-0.871**	-0.523**	-0.750**	-0.705		1

* มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญ $p < 0.05$

** มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญ $p < 0.01$

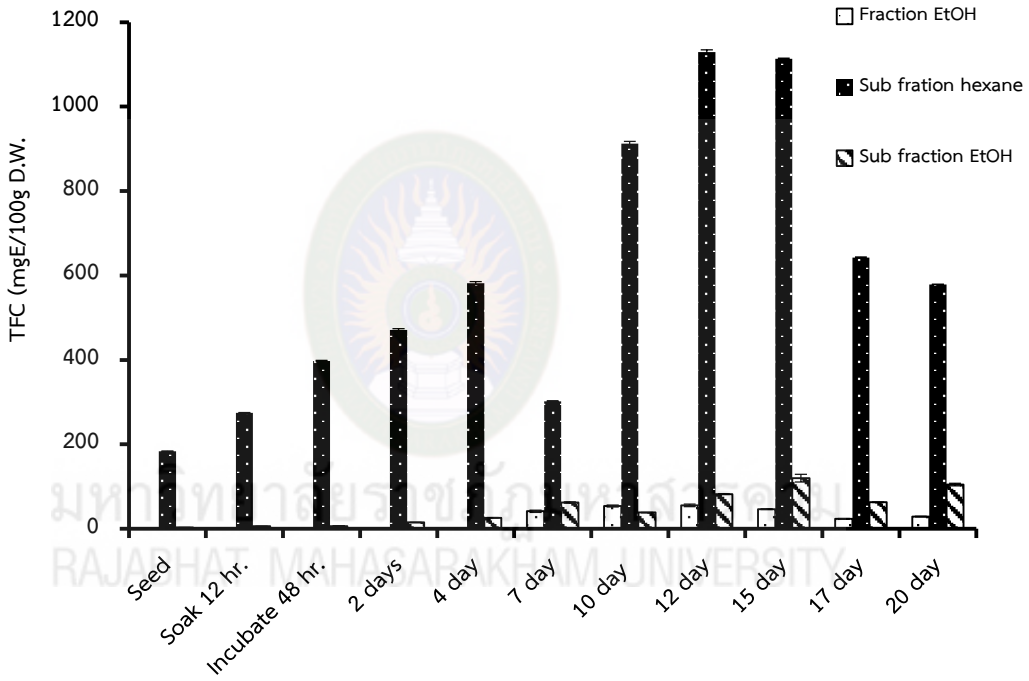
การแยกบริสุทธิ์สารสกัดในชั้นเอทานอล ด้วยตัวทำละลายเฮกเซน (sub fraction hexane) และตัวทำละลายเอทานอล (sub fraction ethanol) นำสารสกัดในแต่ละ sub fraction มาวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลและฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และทดสอบด้วยฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH, ABTS และ FRAP จากนั้นนำทั้ง 3 fraction มาเปรียบเทียบกันพบว่าหลังทำการแยกบริสุทธิ์ด้วยเฮกเซน และเอทานอล พบว่าหลังจากแยกบริสุทธิ์แล้วปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลทั้งหมดก่อนทำบริสุทธิ์ลดลง เนื่องมาจากปริมาณสารได้กระจายตามชั้นเฮกเซน และเอทานอลดังแสดงในภาพ 4.29

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



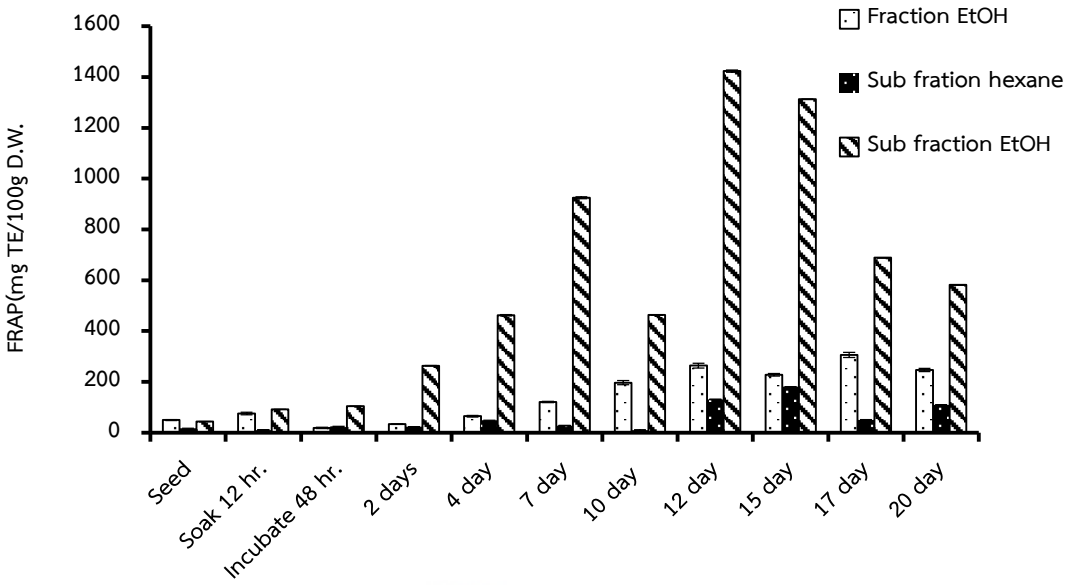
ภาพ 4.29 ผลของระยะเวลาต่อปริมาณโพลิฟีนอลทั้งหมดของทั้ง 3 fraction ในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6

ส่วนปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด พบว่าหลังแยกมีปริมาณสูงขึ้น ส่วนหนึ่งเป็นผลของตัวทำละลายไม่เหมาะสมในการสกัดชั้นแรกคือเอทานอล สารสำคัญในต้นงอก หรือในเมล็ดถั่วลิสงจะมีลักษณะคล้ายน้ำมัน เมื่อนำมาสกัดในชั้นเอทานอลมีลักษณะเหนียวหนืด เมื่อมาทำปฏิกิริยากับอะลูมิเนียมคลอไรด์ และโซเดียมไนไตร เกิดตะกอนขาวขุ่นขึ้น จึงทำการแยกตะกอนก่อน แล้วจึงค่อยวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ แต่หลังจากนำไปทำบริสุทธิ์ด้วยตัวทำละลายเฮกเซนแล้ว พบว่าไม่เกิดตะกอนหลังทำปฏิกิริยากับอะลูมิเนียมคลอไรด์ และโซเดียมไนไตร และเกิดเป็นสารประกอบสีเหลืองใส พบว่าในชั้นเฮกเซนนั้นมีปริมาณฟลาโวนอยด์สูงกว่าชั้นเอทานอล ก่อนและหลังทำบริสุทธิ์ ดังแสดงในภาพ 4.30



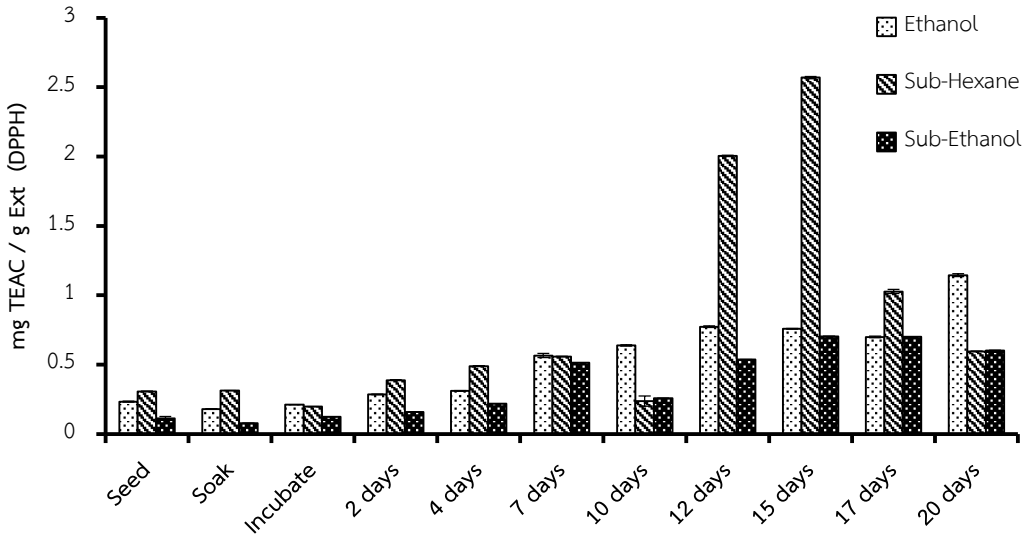
ภาพ 4.30 ผลของระยะเวลาต่อปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของทั้ง 3 fraction ในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6

สำหรับการเปรียบเทียบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP พบว่าในชั้น sub fraction ethanol มีความสามารถในการรีดิวซ์ดีกว่า sub fraction hexane และชั้นเอทานอล (ภาพ 4.31) หลังจากผ่านการแยกด้วยเฮกเซนแล้ว จึงทำให้สารสกัดในชั้นนี้มีความบริสุทธิ์เพิ่มมากขึ้นส่งผลต่อประสิทธิ์ภาพในการรีดิวซ์เหล็ก

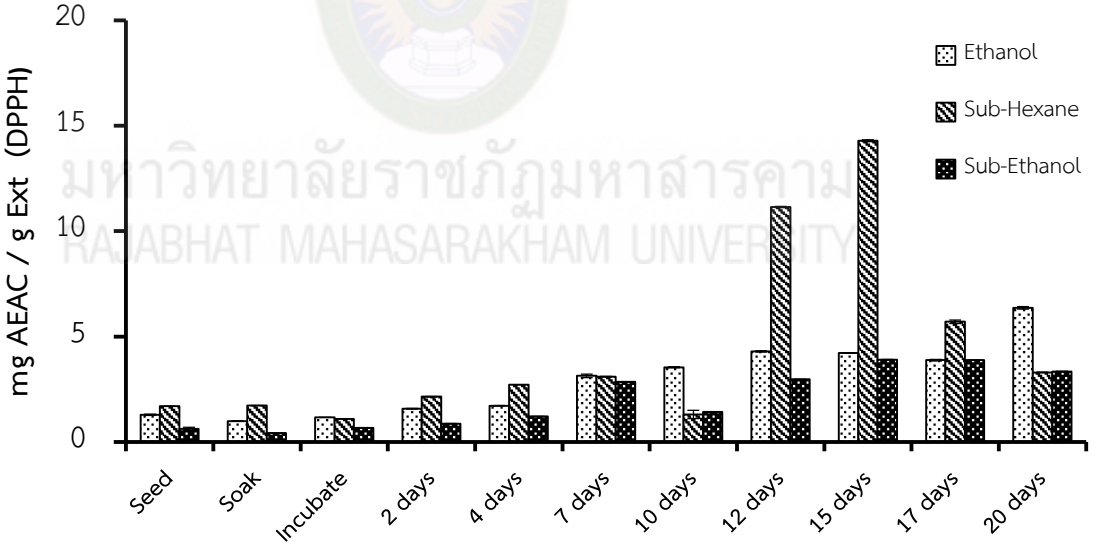


ภาพ 4.31 ผลของระยะเวลาต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP ของทั้ง 3 fraction ในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6

สำหรับการเปรียบเทียบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่าในชั้น sub fraction hexane มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้มากกว่า sub fraction ethanol และชั้นเอทานอล โดยค่าที่ใช้เปรียบเทียบคือค่า TEAC กับ AEAC ค่าดังกล่าว แสดงถึงความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานโทรล็อก และวิตามินซี (ascorbic acid) ดังแสดงในภาพ 4.32 และ 4.33 หลังจากผ่านการแยกบริสุทธิ์ จึงทำให้สารสกัดในชั้นนี้มีความบริสุทธิ์เพิ่มมากขึ้นส่งผลต่อประสิทธิภาพในการยับยั้งอนุมูลอิสระ เช่นเดียวกันกับ ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS พบว่าในชั้น sub fraction hexane ดังแสดงในภาพ 4.34 และ 4.35

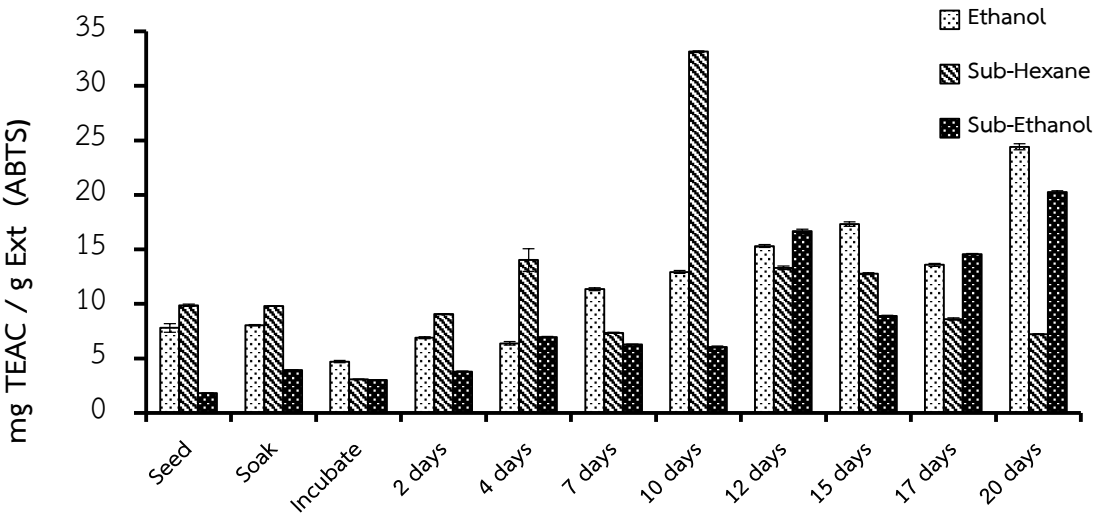


ภาพ 4.32 ผลของระยะเวลาต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH เทียบกับสารมาตรฐานโทรล็อก ของทั้ง 3 fraction ในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6

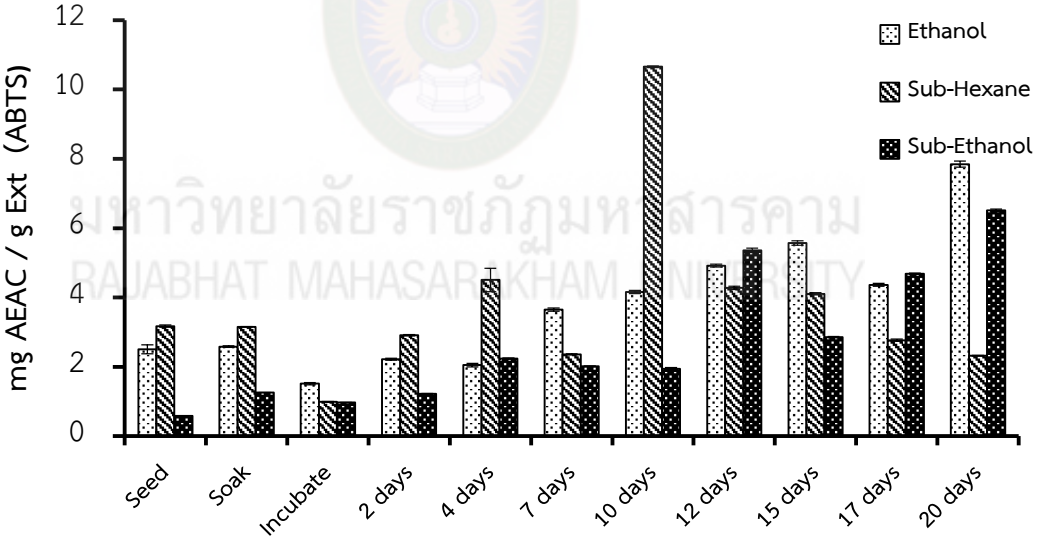


ภาพ 4.33 ผลของระยะเวลาต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH เทียบกับสารมาตรฐานวิตามินซี ของทั้ง 3 fraction ในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพ 4.34 ผลของระยะเวลาต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS เทียบกับสารมาตรฐานโทรล็อก ของทั้ง 3 fraction ในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6



ภาพ 4.35 ผลของระยะเวลาต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH เทียบกับสารมาตรฐานวิตามินซี ของทั้ง 3 fraction ในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

คุณค่าทางโภชนาการของต้นงอกถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6 โดยช่วงระยะเวลาการเพาะเริ่มต้นจาก เมล็ด, แช่ 12 ชั่วโมง, บ่ม 48 ชั่วโมง, เพาะ 2, 4, 7, 10, 12, 15, 17 และ 20 วัน ประกอบด้วย ความชื้น เถ้า ไขมัน เส้นใย โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต ระยะการเพาะ 17 วันมีปริมาณความชื้นสูงที่สุดเท่ากับ 4.43% น้อยที่สุดเมื่อระยะเพาะเท่ากับ 2 วัน เท่ากับ 2.49% ความชื้นอยู่ในช่วง 2.49-4.43% ปริมาณเถ้าสูงสุดพบในการเพาะต้นงอกถั่วลิสงที่ 20 วัน เท่ากับ 10.97% ปริมาณเถ้าต่ำสุดที่ระยะเริ่มแรกหรือเมล็ดเท่ากับ 2.43% ปริมาณเถ้าอยู่ในช่วง 2.43-10.97% ปริมาณไขมันสูงสุดในระยะแช่ 12 ชั่วโมงเท่ากับ 41.48% ปริมาณไขมันต่ำสุดพบในการเพาะต้นงอกที่ 20 วันเท่ากับ 6.80% ปริมาณไขมันอยู่ในช่วง 6.80-41.48% ปริมาณเส้นใยสูงสุดในระยะการเพาะต้นงอกที่ 20 วัน เท่ากับ 10.14% ปริมาณเส้นใยต่ำสุดพบที่บ่ม 48 ชั่วโมง เท่ากับ 1.07% ปริมาณเส้นใยอยู่ในช่วง 1.07-10.14% ปริมาณโปรตีนสูงสุดในระยะการเพาะต้นงอกที่ 20 วัน เท่ากับ 26.35% ปริมาณโปรตีนต่ำสุดพบที่ระยะการเพาะ 7 วัน เท่ากับ 22.76% ปริมาณเส้นใยอยู่ในช่วง 22.76-26.35% ปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงสุดในระยะเริ่มต้นหรือเมล็ดเท่ากับ 47.57% ปริมาณคาร์โบไฮเดรตต่ำสุดพบที่การเพาะต้นงอกที่ 20 วัน เท่ากับ 14.51% ปริมาณคาร์โบไฮเดรตอยู่ในช่วง 14.51-47.57%

ปริมาณแร่ธาตุเหล็กและแร่ธาตุรอง ในการเพาะต้นงอกเวลา 20 วัน มีปริมาณแมกนีเซียม (Mg) แมงกานีส (Mn) และเหล็ก (Fe) สูงที่สุดเท่ากับ 4476.72, 52.48 และ 43.95 mg/kg D.W. โดยปริมาณแมกนีเซียมต่ำสุดพบที่การเพาะ 4 วัน เท่ากับ 2074.11 mg/kg D.W. ปริมาณแมงกานีสต่ำสุดพบที่แช่ 12 ชั่วโมงเท่ากับ 9.92 mg/kg D.W. และปริมาณเหล็กต่ำสุดพบที่เมล็ด เท่ากับ 2.50 mg/kg D.W. นอกจากนี้ปริมาณแคลเซียม (Ca) พบสูงสุดที่วันเพาะ 15 วัน เท่ากับ 669.32 mg/kg D.W. ปริมาณแคลเซียมที่พบต่ำสุดที่เพาะ 7 วัน เท่ากับ 313.81 mg/kg D.W.ปริมาณทองแดง (Cu) พบสูงสุดในเมล็ด เท่ากับ 10.93 mg/kg D.W. ปริมาณทองแดงต่ำสุดที่เพาะ 4 วัน เท่ากับ 2.25 mg/kg D.W. ปริมาณสังกะสี (Zn) พบสูงสุดในการเพาะ 17 วัน เท่ากับ 77.35mg/kg D.W. ปริมาณสังกะสีต่ำสุดที่เมล็ดแช่ 12 ชั่วโมง เท่ากับ 27.74 mg/kg D.W.

ในการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลและฟลาโวนอยด์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลในสารสกัดด้วยเอทานอล พบว่าปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลและฟลาโวนอยด์สูงสุดพบในวันที่ 12 ของการเพาะต้นงอกถั่วลิสงเท่ากับ 361.23 mg GAE/100 g D.W. และ 55.71 mg QE/100 g D.W. ตามลำดับ ปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลและฟลาโวนอยด์ต่ำสุดพบในเมล็ดบ่ม 48 ชั่วโมง เท่ากับ

45.44 mg GAE/100 g D.W และ 0.003 mg QE/100 g D.W ตามลำดับ สำหรับการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ ABTS พบว่าในสารสกัดต้นงอกถั่วลิสงเพาะ 20 วัน มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (ค่า IC_{50}) สูงสุดเท่ากับ 0.75 และ 0.11 mg/mL ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ต่ำที่สุดพบในเมล็ดแช่ 12 ชั่วโมงเท่ากับ 4.85 mg/mL ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS ต่ำที่สุดพบในเมล็ดบ่ม 48 ชั่วโมงเท่ากับ 0.59 mg/mL และการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP ในสารสกัดต้นงอกถั่วลิสงที่เพาะ 17 วัน มีฤทธิ์สูงที่สุดเท่ากับ 306.07 mg TE/100 g D.W. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่ำที่สุดพบในเมล็ดบ่ม 48 ชั่วโมงเท่ากับ 18.98 mg TE/100 g D.W.

การแยกบริสุทธิ์สารสกัดในชั้นเอทานอล ด้วยตัวทำละลายเฮกเซน (sub fraction hexane) และตัวทำละลายเอทานอล (sub fraction ethanol) นำสารสกัดในแต่ละ sub fraction มาวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลและฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และทดสอบด้วยฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH, ABTS และ FRAP จากนั้นนำทั้ง 3 fraction มาเปรียบเทียบกันพบว่าหลังทำการแยกบริสุทธิ์ด้วยเฮกเซน ในชั้น sub fraction hexane วันที่ 7 ของการเพาะมีปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลสูงที่สุด เท่ากับ 239.00 mg GAE/100 g D.W. มีปริมาณฟลาโวนอยด์และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH สูงสุดของวันที่เพาะต้นถั่วลิสงงอก 15 วัน (119.90 mg QE/100 g D.W. และ 1.22 mg/mL) วันที่ 12 ของการเพาะ มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FPAP สูงที่สุด เท่ากับ 1423.93 mg TE/100 g D.W.วันที่ 20 ของการเพาะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS สูงที่สุด เท่ากับ 0.14 mg/mL ส่วนในชั้น sub fraction ethanol พบว่า วันที่ 4 ของการเพาะมีปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลทั้งหมดสูงที่สุดเท่ากับ 22.06 mg GAE/100 g D.W. วันที่ 12 ของการเพาะมีปริมาณฟลาโวนอยด์สูงที่สุดเท่ากับ 1129.16 mg QE/100 g D.W. วันที่ 15 ของการเพาะมีความสามารถในการรีดิวซ์เหล็ก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH สูงที่สุด เท่ากับ 181.08 mg TE/100 g D.W. และ 0.33 mg/mL และวันที่ 10 ของการเพาะฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS สูงที่สุด เท่ากับ 0.08 mg/mL

จากผลการทดลองทั้งหมดผลของระยะเวลาต่อปริมาณคุณค่าทางโภชนาการ แร่ธาตุ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพนั้น ระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการเพาะคือวันที่ 15 โดยมีปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม แมงกานีส เหล็ก สังกะสี ปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลทั้งหมด และปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด เพิ่มขึ้นจากเมล็ดถั่วลิสงที่ยังไม่ผ่านการเพาะเท่ากับ1.7, 1.9, 4.3, 10.17, 2.5, 4.8 และ 118.7 เท่า ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5.2 อภิปรายผล

ระยะเวลาในการเพาะต้นงอกมีผลต่อปริมาณคุณค่าทางโภชนาการ ประกอบด้วย ความชื้น เถ้า ไขมัน เส้นใย โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต ในถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6 เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นได้ส่งผลในเชิงบวกต่อปริมาณเถ้า เส้นใย ตรงกันข้ามกับปริมาณไขมันและคาร์โบไฮเดรตกลับลดลง ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนเมทบอลิซึมของถั่วลิสงได้เปลี่ยนแปลงการสะสมของสารอาหาร ในเมล็ดจะเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต หรือโมเลกุลของน้ำตาลชนิดต่างๆ ต่อกันเป็นสายยาว เมื่อเมล็ดมีการเจริญเติบโตได้เปลี่ยนแปลงการสะสมจากเดิมน้ำตาลได้อยู่ในรูปของคาร์โบไฮเดรตเปลี่ยนมาสะสมในรูปของเส้นใย โดยเส้นใยจัดเป็นน้ำตาลชนิดหนึ่งต่อกันเป็นสายยาวเกาะตามผนังเซลล์ (จรรยา, 2545)

เมื่อระยะเวลาในการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้นปริมาณเถ้าเพิ่มสูงขึ้นทั้งนี้ เถ้าคือส่วนของสารอนินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหาร ซึ่งเหลืออยู่ภายหลังจากการเผาไหม้ หรือเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันอย่างสมบูรณ์ของสารประกอบอินทรีย์ต่างๆ ในอาหารกับออกซิเจนได้เป็นสารประกอบออกไซด์ที่ระเหยได้ เถ้าที่เหลืออยู่เป็นออกไซด์ของแร่ธาตุต่างๆ ที่ระเหยไม่ได้ ตัววอย่างออกไซด์ที่พบในเถ้า เช่น Na_2O, K_2O, CaO, MgO, MnO, Al_2O_3, Fe_2O_3, SiO_2, P_2O_5 (http://www.foodnetworksolution.com-/wiki/word/2736/crude-ash) ในงานวิจัยครั้งนี้ได้พบความสัมพันธ์ระหว่างแร่ธาตุต่างๆ เช่น Mg, Mn, Fe, Zn, Ca กับระยะ ปริมาณการสะสมแร่ธาตุมากขึ้นจึงทำให้ปริมาณเถ้าเพิ่มสูงขึ้นเช่นเดียวกัน

ปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลทั้งหมด ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระทั้ง 3 วิธี ได้มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับระยะเวลาของการเพาะต้นงอกถั่วลิสง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Leamsamrong และคณะ (2018) พบว่าในถั่วลิสงงอกช่วงระยะเวลา 7 วัน มีปริมาณสารสำคัญ และความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ ได้มากกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการเพาะ ปริมาณโพลิฟีนอลรวมในต้นงอกถั่วลิสงมากกว่าประมาณ 2 เท่ากับของเมล็ดถั่วลิสงที่ยังไม่ผ่านการเพาะ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ ABTS เพิ่มขึ้นประมาณ 1.5 เท่าจากเดิม Thongthumachat และคณะ (2018) ได้รายงานในต้นงอกของเมล็ดมะขาม มะค่าโมง และหางนกยูง มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 8.8, 26.41 และ 18.32 mg/mL และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS เท่ากับ 3.63, 2.22 และ 6.80 mg/mL สอดคล้องกับงานวิจัยของ Khang และคณะ (2016) ได้ศึกษาผลของระยะเวลาในการเพาะต้นงอกช่วง 0-5 วัน ต่อปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอล และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในถั่วดำ ถั่วมัง ถั่วลิสง ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่ว Azuki และถั่วขาว พบว่าเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นปริมาณสารประกอบโพลีนอลได้เพิ่มขึ้น เท่ากับ 1.4, 2.6, 2, 0.25, 2.3 และ 2.5 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการเพาะ ถั่วลิสงมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH และความสามารถในการรีดิวซ์เหล็กเท่ากับ 32.51 ±0.54 และ 84.48±1.24 ตามลำดับ สูงกว่าถั่วชนิดอื่น นอกจากนี้ยังพบว่าในถั่วลิสงงอกมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่สูงเท่ากับ 62.9± 35.6 mgGAE/gDW โดยฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของถั่วลิสงงอกมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณฟีนอลิก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5.3 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากงานวิจัยครั้งนี้สามารถนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการเพิ่มมูลค่าให้กับถั่วลิสงสายพันธุ์ขอนแก่น 6 ต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพ อุตสาหกรรมอาหาร ขนม เครื่องสำอาง และอาหารสัตว์

5.4 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

การนำต้นงอกถั่วลิสงไปประยุกต์ใช้หรือต่อยอดให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ เช่น ผงโรยอาหาร ผงถั่วอัดเม็ด การนำสารสกัดมาใช้อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง หรือผลิตภัณฑ์อาหารเสริม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

บรรณานุกรมภาษาไทย

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2557). **การปลูกถั่วลิสง**. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์ชุมชุนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. (2521). พืชไร่. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. แปลจาก S.C. Lizenberger, ed. Guide for Field Crops in the Tropics and the subtropics. Agency for International Development, Washington D.C.

จรรยา วัฒนาทวีกุล. (2545). ใยอาหารเพื่อสุขภาพ. *วารสารกรมวิทยาสารบริการ*, *50*, 28-31.

สนั่น จอกลอย และอารัต์ พัฒโนทัย. (2549). มข.60: ถั่วลิสงเมล็ดพันธุ์ใหม่ ทรงพุ่มตั้ง อายุสั้น ผลผลิตสูง. *แก่นเกษตร.* 34(3), 107-110.

ศานิต สวัสดิกาญจน์. (2558). **พืชน้ำมัน:ถั่วลิสง.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: พิมพ์ที่ โอ.เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

ศูนย์วิจัยพืชไร่. มปป. ถั่วลิสงสายพันธุ์ KKFC 4008-5 (ขอนแก่น 6).

บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Afshin, A., Micha, R.,Khatibzadeh, S. & Mozaffarian, D. (2014). Consumption of nuts and legumes and risk of incident ischemic heart disease, stroke, and diabetes: A systematic review and meta-analysis. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 100, 278–288.

AOAC (1999) Official methods of analysis, 16th edn. Association of Official Analysis Chemists, Washington, D.C.

Benzie I.F.F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Analytical Biochemistry,* 239(1), 70-76.

Chang C. C., Yang, M. H., Wen, H. M., & Chern, J. C. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colometric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, *10*(3), 178-182.

15. Thongthummachat, S., Ponkham, P., Wanich, S., **Rattanadon, B.,** Kengchuwong, M., & Leamsamrong, K. (2018). Nutritional Compositions and Antioxidant Activities of Makamong (*Afzelia xylocarpa* (Kurz) *Craib*), Flower Fence (*Caesalpinia pulchrrima* (L.) Sw.) and Tamarind (*Tamarindus indica* L.) Kernels. *Prawarun Agr. J.*, 15 (Suppl.1), 40-47. (TCI 1)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY