สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 ประสิทธิภาพของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ และการควบคุมเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าว

4.1.1 ประสิทธิภาพของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินต่ออัตราการงอกมาตรฐาน

จากการศึกษาอัตราการงอกของเมล็ดข้าวทั้ง 4 สายพันธุ์คือพันธุ์ KDML 105 (เมล็ดพันธุ์จากศูนย์วิจัยข้าว) พันธุ์ปกาอำปึล พันธุ์ KDML 105 (เมล็ดพันธุ์จากเกษตรกร) และพันธุ์ RD 6 โดยแช่เมล็ดพันธุ์ในสารละลายพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40, 50, 100, 500, 1000 และ 5000 ppm โดยมีระยะเวลาในการแช่ที่ 6, 12, 24 และ 36 ชั่วโมง (รายละเอียดดังตารางที่ 4.1-4.4) ผลการศึกษาพบว่าเมล็ดข้าว KDML 105 (เมล็ดพันธุ์จากศูนย์วิจัยข้าว) มีเปอร์เซ็นต์การงอกค่อนข้างสูง คือ มีค่าอยู่ระหว่าง 74.75 – 96.00% โดยอัตราการงอกสูงสุดพบว่าเมื่อแช่ด้วยสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ความเข้มข้น 500 ppm ณ เวลาการแช่ 12 ชั่วโมง ส่วนอัตราการงอกต่ำสุดปรากฏในข้าวที่แช่ด้วยน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) และพบว่าเมื่อระยะเวลาในการแช่เพิ่มขึ้นอัตราการงอกลดลงยังคงอย่างเด่นชัด ในขณะที่แช่ด้วยสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินอัตราการงอกเพิ่มขึ้น สำหรับที่ระดับความเข้มข้นของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงิน ตั้งแต่ 10 – 5000 ppm ส่งผลให้อัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์สูงมาก (> 90%) สำหรับอัตราเฉลี่ยในการงอกของแต่ละระดับของความเข้มข้น พบว่า มีค่าเท่ากับ 79.31, 86.00, 86.81, 85.69, 85.25, 86.00, 87.13, 91.44, 92.94 และ 92.38% เมื่อแช่ด้วยอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40, 50, 100, 500, 1000 และ 5000 ppm และที่ระยะเวลาแตกต่างกันมีอัตราเฉลี่ยความงอกเท่ากับ 87.05, 88.48, 87.63 และ 86.03% เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 6, 12, 24 และ 36 ชั่วโมงตามลำดับ นอกจากนั้นผลการศึกษาทางสถิติยังชี้ให้เห็นว่าอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินส่งผลต่ออัตราการการงอกของเมล็ดพันธุ์แตกต่างจากการแช่ด้วยน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 10-5000 ppm ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกสูงขึ้นของเมล็ดข้าวพันธุ์ KDML 105 ที่ได้จากศูนย์วิจัยข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน (ดังตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 (เมล็ดพันธุ์จากศูนย์วิจัยฯ)

Concentrations (ppm)	Germination (%)[1]				Average
	Imbibition times (h.)				
	6.00	12.00	24.00	36.00	
0	82.00 ± 2.83	81.00 ± 1.41	79.50 ± 2.12	74.75 ± 2.47	79.31^{a} ± 3.21
10	85.75 ± 1.06	85.25 ± 3.18	89.50 ± 2.12	83.50 ± 3.54	86.00^{bc} ± 2.52
20	89.25 ± 1.77	88.75 ± 3.18	87.50 ± 3.54	81.75 ± 1.77	86.81^{bcd} ± 3.45
30	83.75 ± 0.35	83.25 ± 3.18	86.50 ± 4.24	89.25 ± 4.60	85.69^{bc} ± 2.77
40	86.25 ± 0.35	85.50 ± 2.83	84.00 ± 2.83	85.25 ± 13.08	85.25^{b} ± 0.93
50	85.00 ± 1.41	85.50 ± 7.07	88.50 ± 3.54	85.00 ± 14.14	86.00^{bc} ± 1.68
100	87.00 ± 0.71	88.75 ± 3.89	85.75 ± 1.06	87.00 ± 7.78	87.13^{bcde} ± 1.23
500	87.75 ± 3.89	96.00 ± 0.71	91.75 ± 1.06	90.25 ± 7.42	91.44^{cde} ± 3.46
1000	92.25 ± 0.35	95.00 ± 2.12	92.25 ± 5.30	92.25 ± 6.72	92.94^{e} ± 1.37
5000	91.50 ± 2.83	95.75 ± 1.77	91.00 ± 2.12	91.25 ± 6.72	92.38^{de} ± 2.26
Average	**87.05** ^{a} ± 3.25	**88.48** ^{a} **± 5.41**	**87.63** ^{a} **± 3.91**	**86.03** ^{a} **± 5.26**	

หมายเหตุ [1]ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด ± SD

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน แสดงความแตกต่างทางสถิติในแต่ละความเข้มข้น และแต่ละระยะเวลาในการแช่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p< 0.05$)

สำหรับเมล็ดข้าวพันธุ์ปกาอำปึล ผลการศึกษาพบว่ามีเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยสูงสุดคือ 92.25% เมื่อแช่เมล็ดข้าวในสารละลายสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ความเข้มข้น 500 ppm และยังคงพบว่าในการแช่ด้วยน้ำกลั่น เปอร์เซ็นต์ความงอกของข้าวปกาอำปึลยังคงต่ำสุด มีค่าเท่ากับ 74.50% ซึ่งพบทั้งในระยะเวลาการแช่ที่ 6 และ 12 ชั่วโมง เช่นเดียวกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 จากศูนย์วิจัยฯ ซึ่งแตกต่างจากเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยจากการแช่เมล็ดข้าวในสารละลายสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 100 ppm เป็นต้นไปอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) สำหรับอัตราเฉลี่ยในการงอกของแต่ละระดับของความเข้มข้น พบว่า มีค่าเท่ากับ 77.00, 82.00, 82.25, 81.44, 84.94, 85.38, 87.13, 88.63, 90.13 และ 89.56 เมื่อแช่ด้วยอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40, 50, 100, 500, 1000 และ 5000 ppm และที่ระยะเวลาแตกต่างกันมีอัตราเฉลี่ยความงอกเท่ากับ 81.95, 83.20, 87.10 และ 87.13% เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 6, 12, 24 และ 36 ชั่วโมงตามลำดับ เมื่อทดสอบทางสถิติที่

ระดับความเชื่อมั่น 95% นอกจากนั้นยังพบว่า การงอกของเมล็ดข้าวพันธุ์ปกาอำปิลมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงิน ซึ่งสอดคล้องกับระยะเวลาในการแช่เมล็ดพันธุ์ในสารละลายสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงิน โดยพบเช่นเดียวกัน กล่าวคือเมื่อแช่เมล็ดพันธุ์ในเวลาเพิ่มขึ้น เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยมากขึ้น คือมีค่าเท่ากับ 81.95%, 83.20%, 87.10% และ 87.13% เมื่อแช่เมล็ดในสารละลายที่มีระยะเวลา 6, 12, 24 และ 36 ชั่วโมง ตามลำดับ นอกจากนั้นผลการศึกษายังพบว่า ประสิทธิภาพของสารพร้อมใช้อนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินแตกต่างจากน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และยังพบว่าข้าวพันธุ์พื้นเมือง (ปกาอำปิล) มีการตอบสนองต่อสารพร้อมใช้นี้ที่ความข้มข้นค่อนข้างสูง โดยในระดับที่ความเข้มข้นสูง (1000 ppm) ส่งผลให้อัตราการงอกสูงขึ้นซึ่งแตกต่างจากระดับต่ำ (10-50 ppm) ด้วยเช่นกัน ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดข้าวพันธุ์ปกาอำปิล

Concentrations (ppm)	Germination (%)[1]				Average
	Imbibition times (h.)				
	6.00	12.00	24.00	36.00	
0	74.50 ± 5.66	74.50 ± 7.07	80.75 ± 0.35	78.25 ± 0.35	77.00^{a} ± 3.07
10	81.00 ± 0.71	80.50 ± 4.95	80.75 ± 2.47	85.75 ± 0.35	82.00^{abc} ± 2.51
20	79.25 ± 5.30	80.25 ± 2.47	87.25 ± 1.77	82.25 ± 1.77	82.25^{abc} ± 3.56
30	78.25 ± 0.35	78.50 ± 3.54	85.25 ± 1.77	83.75 ± 7.42	81.44^{ab} ± 3.59
40	77.75 ± 3.89	85.00 ± 3.54	89.75 ± 3.89	87.25 ± 1.77	84.94^{abc} ± 5.12
50	81.00 ± 3.54	83.25 ± 1.06	87.00 ± 4.95	90.25 ± 3.18	85.38^{abc} ± 4.08
100	84.00 ± 0.00	82.00 ± 2.83	91.50 ± 3.54	91.00 ± 2.12	87.13^{bc} ± 4.84
500	83.25 ± 7.42	89.50 ± 3.54	89.50 ± 2.12	92.25 ± 3.89	88.63^{bc} ± 3.81
1000	90.75 ± 2.47	89.25 ± 0.35	90.50 ± 7.07	90.00 ± 1.41	90.13^{c} ± 0.67
5000	89.75 ± 1.06	89.25 ± 6.01	88.75 ± 3.89	90.50 ± 0.00	89.56^{bc} ± 0.75
Average	**81.95 ^{a} ± 5.16**	**83.20 ^{a} ± 5.07**	**87.10 ^{a} ± 3.80**	**87.13 ^{a} ± 4.55**	

หมายเหตุ [1]ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด ± SD

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน แสดงความแตกต่างทางสถิติในแต่ละความเข้มข้น และแต่ละระยะเวลาในการแช่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p< 0.05$)

ผลการวิเคราะห์การงอกของเมล็ดข้าวพันธุ์ KDML 105 (เมล็ดพันธุ์จากเกษตรกร) พบว่า เมล็ดที่แช่ในสารละลายสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ความเข้มข้น 1000 ppm มีเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยสูงสุด คือ 94.75% ซึ่งแตกต่างจากการแช่เมล็ดข้าวในสารละลายสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ความเข้มข้นต่ำ (10-100 ppm) อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการแช่เมล็ดพันธุ์ต่อเปอร์เซ็นต์การงอก พบว่าระยะเวลาการแช่ที่ส่งผลให้อัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์สูงสุด (87.70%) เมื่อแช่ด้วยสารพร้อมใช้อนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินเป็นเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับอัตราเฉลี่ยในการงอกของแต่ละระดับของความเข้มข้น พบว่า มีค่าเท่ากับ 81.50, 80.63, 79.75, 82.13, 84.19, 82.75, 84.50, 91.75, 90.56 และ 88.19 เมื่อแช่ด้วยอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40, 50, 100, 500, 1000 และ 5000 ppm และที่ระยะเวลาแตกต่างกันมีอัตราเฉลี่ยความงอกเท่ากับ 83.90, 84.23, 87.70 และ 82.55% เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 6, 12, 24 และ 36 ชั่วโมงตามลำดับ เมื่อทดสอบทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งเปอร์เซ็นต์ พบว่า การงอกของเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 (เมล็ดพันธุ์จากเกษตร) มีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงิน นอกจากนั้นผลการศึกษายังแสดงให้เห็นว่า ประสิทธิภาพของสารพร้อมใช้อนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ระดับความเข้มข้นสูง (500- 5000 ppm) มีประสิทธิภาพต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวแตกต่างจากน้ำกลั่น ในขณะที่ความเข้มข้นสูงกว่า 1000 ppm ส่งผลให้อัตราการงอกลดลง และยังพบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เกษตรกรผลิตเองมีการตอบสนองต่อสารพร้อมใช้นี้ที่ความเข้มข้นค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์จากศูนย์วิจัยข้าว แต่กระนั้นประสิทธิภาพที่เหมาะสมที่สุดยังคงอยู่ในระดับ 500-5000 ppm เช่นเดียวกัน และระยะเวลาในการแช่ไม่มีผลต่ออัตราการงอก ซึ่งมีแนวโน้มในทางเดียวกับเมล็ดพันธุ์ทั้งสี่ชนิดพันธุ์ที่ใช้ในการทดลองนี้ รายละเอียดดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 (เมล็ดพันธุ์จากเกษตรกร)

Concentrations (ppm)	Germination (%)[1]				Average
	Imbibition times (h.)				
	6.00	12.00	24.00	36.00	
0	81.00 ± 4.24	82.25 ± 4.60	83.50 ± 4.95	79.25 ± 1.06	81.50[a] ± 1.81
10	80.25 ± 1.77	81.25 ± 7.42	82.50 ± 0.71	78.50 ± 3.95	80.63[a] ± 1.68
20	81.75 ± 2.47	81.50 ± 9.19	84.25 ± 2.47	71.50 ± 1.41	79.75[a] ± 5.63
30	80.25 ± 3.89	78.50 ± 4.95	85.50 ± 0.71	84.25 ± 3.18	82.13[ab] ± 3.29

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

Concentrations (ppm)	Germination (%)[1]				Average
	Imbibition times (h.)				
	6.00	12.00	24.00	36.00	
40	81.75 ± 6.72	85.00 ± 6.36	89.25 ± 3.18	80.75 ± 2.47	84.19^{abc} ± 3.83
50	84.75 ± 5.30	85.25 ± 4.60	86.25 ± 3.89	74.75 ± 1.77	82.75^{ab} ± 5.39
100	80.00 ± 8.49	81.25 ± 8.84	91.25 ± 3.18	85.50 ± 1.41	84.50^{abc} ± 5.07
500	90.50 ± 1.41	89.50 ± 2.12	93.25 ± 0.35	93.75 ± 0.35	91.75^{c} ± 2.07
1000	88.75 ± 1.77	89.25 ± 1.06	94.75 ± 2.47	89.50 ± 5.00	90.56^{bc} ± 2.80
5000	90.00 ± 0.71	88.50 ± 2.12	86.50 ± 2.12	87.75 ± 2.47	88.19^{abc} ± 1.46
Average	**83.90 ^{a} ± 4.27**	**84.23 ^{a} ± 3.87**	**87.70 ^{a} ± 4.22**	**82.55 ^{a} ± 6.87**	

หมายเหตุ [1]ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด ± SD

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน แสดงความแตกต่างทางสถิติในแต่ละความเข้มข้น และแต่ละระยะเวลาในการแช่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p< 0.05$)

ส่วนเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวพันธุ์ RD 6 พบว่า เมล็ดพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยเท่ากับ 83.56, 83.50, 84.56, 85.00, 86.06, 87.19, 88.31, 89.69, 89.75 และ 89.00% เมื่อแช่เมล็ดข้าวในสารละลายสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ความเข้มข้น เข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40, 50, 100, 500, 1000 และ 5000 ppm และที่ระยะเวลาแตกต่างกันมีอัตราเฉลี่ยความงอกเท่ากับ 89.05, 85.65, 86.13 และ 85.83% เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 6, 12, 24 และ 36 ชั่วโมง ตามลำดับ เมื่อทดสอบทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่า ความเข้มข้นมีผลต่ออัตรการงอกของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งมีแนวโน้มในทางเดียวกันกับเมล็ดพันธุ์ข้าว พื้นเมือง (ปกาอำปึล) KDML 105 (จากเกษตรกร) และ RD6 กล่าวคือที่ความเข้มข้นสูง (500-5000 ppm) ส่งผลต่ออัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์สูงกว่าแช่ด้วยน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P= 0.01$) นอกจากนั้นผลการศึกษาพบว่าอัตราการงอกต่ำสุด (75.25%) พบในข้าวที่แช่ด้วยน้ำกลั่น ในขณะที่อัตราการงอกสูงสุด (91.75%) พบในความเข้มข้นที่ 500 ppm และมีระยะเวลาการแช่เมล็ดพันธ์เพียง 6 ชั่วโมง ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดข้าวพันธุ์ RD 6

Concentrations (ppm)	Germination (%)[1]				Average
	Imbibition times (h.)				
	6.00	12.00	24.00	36.00	
0	75.25 ± 3.89	79.50 ± 7.07	80.50 ± 8.49	89.00 ± 2.83	81.06[a] ± 5.76
10	78.50 ± 3.54	80.50 ± 7.07	79.75 ± 8.13	85.25 ± 1.77	81.00[a] ± 2.95
20	89.75 ± 3.18	83.25 ± 3.18	85.25 ± 6.72	80.00 ± 0.00	84.56[ab] ± 4.07
30	90.00 ± 3.54	83.75 ± 6.72	87.25 ± 7.42	79.00 ± 0.71	85.00[ab] ± 4.74
40	89.50 ± 6.36	85.25 ± 2.47	84.75 ± 4.60	84.75 ± 3.89	86.06[ab] ± 2.30
50	86.75 ± 6.01	90.00 ± 1.41	87.25 ± 4.60	84.75 ± 3.89	87.19[ab] ± 2.16
100	89.50 ± 2.83	88.25 ± 3.18	90.00 ± 4.95	85.50 ± 1.41	88.31[ab] ± 2.01
500	91.75 ± 0.35	87.25 ± 0.35	89.50 ± 3.54	90.25 ± 1.77	89.69[b] ± 1.87
1000	89.25 ± 0.35	90.00 ± 1.41	89.25 ± 1.77	90.50 ± 0.00	89.75[b] ± 0.61
5000	90.25 ± 0.35	88.75 ± 1.77	87.75 ± 2.47	89.25 ± 0.35	89.00[b] ± 1.04
Average	**87.05[a] ± 5.55**	**85.65 [a] ± 3.81**	**86.13[a] ± 3.59**	**85.83[a] ± 4.03**	

หมายเหตุ [1]ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด ± SD

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน แสดงความแตกต่างทางสถิติในแต่ละความเข้มข้น และแต่ละระยะเวลาในการแช่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p< 0.05$)

4.1.2 ประสิทธิภาพของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินต่ออัตราเร็วในการงอก

จากการศึกษาอัตราเร็วในการงอกของเมล็ดข้าวพันธุ์ KDML 105 (เมล็ดจากศูนย์วิจัยข้าว) พบว่าเมล็ดมีความเร็วในการงอกเฉลี่ยต่ำสุดคือ 16.30 ต้น/วัน เมื่อแช่ในน้ำกลั่น (กลุ่มควบคุม) และมีอัตราเร็วในการงอกเฉลี่ยสูงสุดเมื่อแช่เมล็ดในสารละลายสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ความเข้มข้น 50 ppm มีค่าเท่ากับ 27.33 ต้น/วัน ซึ่งเมื่อตรวจสอบผลของระยะเวลาในการแช่เมล็ดพันธุ์ที่เวลาต่างๆ พบว่า เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการแช่มากขึ้นจะส่งผลให้ความเร็วในการงอกสูงขึ้นเช่นเดียวกัน โดยเมื่อแช่เมล็ดที่เวลา 6, 12, 24 และ 36 ชั่วโมง พบว่า เมล็ดมีอัตราเร็วในการงอกเฉลี่ยเท่ากับ 18.02, 18.80, 23.85 และ 24.44 ต้น/วัน ตามลำดับ ผลทางสถิติพบว่าสารพร้อมใช้อนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินมีผลอย่างมีนัยสำคัญ ($P< 0.05$) โดยเมล็ดข้าวที่แช่ด้วยน้ำกลั่น

ตารางที่ 4.5 อัตราเร็วในการงอก (speed of germination) ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 จากศูนย์วิจัย

Concentrations (ppm)	Speed of germination (ต้น/วัน) [1]				Average
	Imbibition times (h.)				
	6.00	12.00	24.00	36.00	
0	16.30 ± 0.28	16.46 ± 0.44	20.40 ± 0.14	19.10 ± 0.07	18.07 [a] ± 2.01
10	17.52 ± 0.49	17.42 ± 0.82	25.78 ± 0.25	25.07 ± 0.28	21.45 [a] ± 4.60
20	18.20 ± 0.78	18.78 ± 0.84	25.65 ± 0.32	24.45 ± 0.07	21.77 [a] ± 3.82
30	17.75 ± 0.07	18.01 ± 0.84	26.40 ± 0.32	26.83 ± 0.42	22.25 [a] ± 5.044
40	18.10 ± 0.07	18.17 ± 0.88	25.44 ± 0.32	26.81 ± 1.27	22.13 [a] ± 4.64
50	17.75 ± 0.28	18.13 ± 1.66	26.06 ± 0.39	27.33 ± 1.41	22.32 [a] ± 5.08
100	18.25 ± 0.35	19.00 ± 0.83	20.58 ± 0.12	23.09 ± 0.57	20.23 [a] ± 2.13
500	18.55 ± 0.42	20.52 ± 0.31	21.99 ± 0.09	23.55 ± 0.52	21.15 [a] ± 2.13
1000	18.90 ± 0.49	20.50 ± 0.47	23.17 ± 0.35	24.33 ± 0.47	21.73 [a] ± 2.47
5000	18.85 ± 0.07	21.00 ± 0.45	23.01 ± 0.24	23.87 ± 0.47	21.68 [a] ± 2.23
Average	**18.02 [a] ± 0.76**	**18.80 [a] ± 1.47**	**23.85 [b] ± 2.31**	**24.44 [b] ± 2.39**	

หมายเหตุ [1]ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด ± SD

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน แสดงความแตกต่างทางสถิติในแต่ละความเข้มข้น และแต่ละระยะเวลาในการแช่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p< 0.05$)

ในการตรวจสอบสารพร้อมใช้อนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินต่ออัตราเร็วในการงอกของเมล็ดข้าวพันธุ์ปกาอำปึลพบว่า เมล็ดข้าวมีอัตราเร็วในการงอก เท่ากับ 21.39, 22.45, 22.98, 23.07, 23.45, 23.81, 21.02, 21.19, 21.48 และ 19.84 ต้น/วัน ที่ระดับความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40, 50, 100, 500, 1000 และ 5000 ppm และมีอัตราเร็วในการงอกเฉลี่ยที่ระยะเวลาต่างๆ เท่ากับ 19.30, 20.18, 25.08 และ 23.70 ต้น/วัน เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 6, 12, 24 และ 36 ชั่วโมงตามลำดับ จากการศึกษาพบว่า อัตราเร็วในการงอกต่ำสุด คือ 17.06 ต้น/วัน เมื่อแช่ด้วยน้ำกลั่น และพบว่าระยะเวลาในการแช่ส่งผลต่ออัตราเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ปกาอำปึลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการแช่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับพันธุ์ขาวดอกมะลิ (KDML 105) ที่มาจากแหล่งพันธุ์หลักของจังหวัด (ศูนย์วิจัยข้าว) รายละอียดดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 อัตราเร็วในการงอก (speed of germination) ของข้าวปกาอำปึล

Concentrations (ppm)	Speed of germination (ต้น/วัน) [1]				Average
	Imbibition times (h.)				
	6.00	12.00	24.00	36.00	
0	17.06 ± 0.38	17.73 ± 0.47	26.68 ± 0.04	24.09 ± 0.04	21.39 [a] ± 4.74
10	18.33 ± 0.05	19.27 ± 0.33	26.21 ± 0.25	25.98 ± 0.04	22.45 [a] ± 4.23
20	18.67 ± 0.35	20.07 ± 0.16	28.25 ± 0.18	24.92 ± 0.18	22.98 [a] ± 4.41
30	18.42 ± 0.02	19.58 ± 0.24	28.24 ± 0.18	26.03 ± 0.74	23.07 [a] ± 4.80
40	18.74 ± 0.26	20.03 ± 0.24	29.88 ± 0.39	25.14 ± 0.18	23.45 [a] ± 5.10
50	19.02 ± 0.24	20.29 ± 0.07	27.46 ± 0.49	28.48 ± 0.32	23.81 [a] ± 4.85
100	19.67 ± 0.00	20.16 ± 0.19	22.42 ± 0.24	21.83 ± 0.14	21.02 [a] ± 1.31
500	19.86 ± 0.49	21.50 ± 0.24	21.55 ± 0.14	21.87 ± 0.26	21.19 [a] ± 0.90
1000	21.55 ± 0.16	21.86 ± 0.02	21.50 ± 0.47	21.02 ± 0.09	21.48 [a] ± 0.35
5000	21.73 ± 0.07	21.36 ± 0.40	18.65 ± 0.26	17.64 ± 0.00	19.84 [a] ± 2.01
Average	**19.30 [a] ± 1.45**	**20.18 [a] ± 1.21**	**25.08 [b] ± 3.74**	**23.70 [b] ± 3.12**	

หมายเหตุ [1]ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด ± SD

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน แสดงความแตกต่างทางสถิติในแต่ละความเข้มข้น และแต่ละระยะเวลาในการแช่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

สำหรับเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ (KDML 105) ที่มาจากเกษตรกร ผลการศึกษาพบว่าที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารพร้อมใช้อนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินไม่มีความแตกต่างจากน้ำกลั่น นอกจากนั้นผลการศึกษายังพบว่า ระยะเวลาในการแช่เมล็ดพันธุ์แตกต่างกันส่งผลให้อัตราเร็วในการงอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยระยะเวลาในการแช่ 6 และ 36 ชั่วโมง อัตราเร็วในการงอกแตกต่างจาก 12 และ 24 ชั่วโมง ซึ่งมีแนวโน้มแตกต่างจากเมล็ดพันธุ์อื่นๆ สำหรับอัตราเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์สูงสุด (23.29 ต้น/วัน) ที่ระดับความเข้มข้น 40 ppm ส่วนอัตราเร็วในการงอกเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 20.40, 21.15, 20.93, 21.03, 21.04, 20.39, 18.53, 19.47, 19.30 และ 19.01 ต้น/วัน ที่ระดับความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40, 50, 100, 500, 1000 และ 5000 ppm และมีอัตราเร็วในการงอกเฉลี่ยที่ระยะเวลาต่างๆ เท่ากับ 20.18, 19.19, 21.13

และ 19.82 ต้น/วัน เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 6, 12, 24 และ 36 ชั่วโมงตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 อัตราเร็วในการงอก (speed of germination) ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 (จากเกษตรกร)

Concentrations (ppm)	Speed of germination (ต้น/วัน)[1]				Average
	Imbibition times (h.)				
	6.00	12.00	24.00	36.00	
0	18.15 ± 0.78	18.99 ± 0.88	22.68 ± 0.49	21.78 ± 0.11	20.40 [a] ± 2.17
10	21.88 ± 6.12	18.95 ± 1.03	22.65 ± 0.07	21.11 ± 0.89	21.15 [a] ± 1.59
20	23.37 ± 8.51	18.59 ± 0.84	23.13 ± 0.25	18.64 ± 0.14	20.93 [a] ± 2.67
30	21.20 ± 4.62	17.58 ± 0.84	22.77 ± 0.07	22.58 ± 0.32	21.03 [a] ± 2.40
40	20.53 ± 3.62	19.13 ± 0.78	23.29 ± 0.32	21.22 ± 0.25	21.04 [a] ± 1.73
50	20.48 ± 3.17	19.41 ± 1.60	22.88 ± 0.39	18.82 ± 0.18	20.39 [a] ± 1.78
100	18.02 ± 0.78	18.51 ± 1.39	19.15 ± 0.21	18.45 ± 0.09	18.53 [a] ± 0.46
500	19.54 ± 1.50	20.04 ± 2.23	19.02 ± 0.02	19.27 ± 0.02	19.47 [a] ± 0.43
1000	19.10 ± 1.37	20.48 ± 2.76	19.38 ± 0.16	18.23 ± 2.09	19.30 [a] ± 0.92
5000	19.58 ± 1.93	20.23 ± 3.01	18.14 ± 0.14	18.07 ± 0.32	19.01 [a] ± 1.07
Average	**20.18 [ab] ± 1.67**	**19.19 [a] ± 0.88**	**21.31 [b] ± 2.08**	**19.82 [ab] ± 1.67**	

หมายเหตุ [1]ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด ± SD

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน แสดงความแตกต่างทางสถิติในแต่ละความเข้มข้น และแต่ละระยะเวลาในการแช่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

สำหรับเมล็ดข้าวพันธุ์ RD 6 และอัตราเร็วในการงอกสูงสุด (22.86 ต้น/วัน) พบในเมล็ดพันธุ์ที่แช่ด้วยสารพร้อมใช้อนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ความเข้มข้น 50 ppm และพบว่าอัตราเร็วในการงอกต่ำสุด (17.36 ต้น/วัน) เมื่อแช่ด้วยน้ำกลั่น และยังพบว่าระยะเวลาในการแช่เมล็ดพันธุ์ส่งผลต่ออัตราเร็วในการงอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ เมื่อแช่ที่ระยะเวลาสูงขึ้นอัตราเร็วในการงอกสูงขึ้นด้วยเช่นกัน สำหรับความเข้มข้นของสารพร้อมใช้อนุภาคระดับนาโนมเตรของเงินพบว่าไม่มีความแตกต่าง อัตราเร็วในการงอกเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 19.79, 20.30,

20.01, 20.42, 20.58, 20.62, 18.64, 18.81, 18.57 และ 18.42 ต้น/วัน ที่ระดับความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40, 50, 100, 500, 1000 และ 5000 ppm และมีอัตราเร็วในการงอกเฉลี่ยที่ระยะเวลาต่างๆ เท่ากับ 18.45, 18.39, 20.96 และ 20.67 ต้น/วัน เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 6, 12, 24 และ 36 ชั่วโมงตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 อัตราเร็วในการงอก (speed of germination) ของข้าว RD 6

Concentrations (ppm)	Speed of germination (ต้น/วัน) [1]				Average
	Imbibition times (h.)				
	6.00	12.00	24.00	36.00	
0	17.36 ± 0.26	17.49 ± 0.47	21.28 ± 0.85	23.03 ± 0.28	19.79 [a] ± 2.82
10	18.83± 0.24	17.65 ± 0.47	22.34 ± 0.81	22.36 ± 0.18	20.30 [a] ± 2.42
20	18.03 ± 0.21	18.14 ± 0.21	23.14 ± 0.67	20.73 ± 0.50	20.01 [a] ± 2.43
30	19.20± 0.24	18.28 ± 0.45	23.73 ± 0.74	20.48 ± 0.07	20.42 [a] ± 2.38
40	19.11 ± 0.42	18.46 ± 0.16	21.98 ± 0.46	22.75 ± 0.39	20.58 [a] ± 2.10
50	18.05 ± 0.40	18.78 ± 0.09	22.86 ± 0.46	22.78 ± 0.39	20.62 [a] ± 2.56
100	18.77 ± 0.19	18.82 ± 0.21	18.93 ± 0.33	18.06 ± 0.09	18.64 [a] ± 0.39
500	18.61 ± 0.02	18.54 ± 0.02	18.92 ± 0.24	19.17 ± 0.12	18.81 [a] ± 0.29
1000	18.11 ± 0.02	18.96 ± 0.09	18.37 ± 0.12	18.83 ± 0.50	18.57 [a] ± 0.40
5000	18.39 ± 0.02	18.78 ± 0.12	18.02 ± 0.16	18.49 ± 0.90	18.42 [a] ± 0.32
Average	**18.45 [a] ± 0.57**	**18.39 [a] ± 0.50**	**20.96 [b] ± 2.17**	**20.67 [b] ± 1.96**	

หมายเหตุ [1]ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด ± SD

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน แสดงความแตกต่างทางสถิติในแต่ละความเข้มข้น และแต่ละระยะเวลาในการแช่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

4.1.3 ประสิทธิภาพของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินต่ออัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า (seedling growth rate)

จากการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าจากเมล็ดข้าวพันธุ์ KDML 105 (เมล็ดพันธุ์จากศูนย์วิจัยข้าว) ผลการศึกษาพบว่า มีอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าอยู่ระหว่าง 3.00 – 5.17 มิลลิกรัมต่อต้น และมีค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าแต่ละระดับของความเข้มข้น พบว่า มีค่าเท่ากับ 3.86, 3.85, 3.66, 3.72, 3.60, 3.72, 5.04, 5.18, 5.00 และ 4.80 มิลลิกรัมต่อ

ต้น เมื่อแช่ด้วยอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40, 50, 100, 500, 1000 และ 5000 ppm และที่ระยะเวลาแตกต่างกันมีอัตราเฉลี่ยความงอกเท่ากับ 4.27, 4.31, 4.48 และ 3.91 มิลลิกรัมต่อต้น เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 6, 12, 24 และ 36 ชั่วโมงตามลำดับ นอกจากนั้นผลการศึกษาทางสถิติยังชี้ให้เห็นว่าอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าแตกต่างจากการแช่ด้วยน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 100-5000 ppm ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าสูงขึ้นของเมล็ดข้าวพันธุ์ KDML 105 ที่ได้จากศูนย์วิจัยข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน (ดังตารางที่ 4.9)

ตารางที่ 4.9 อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า (seedling growth rate) ของข้าวพันธุ์ KDML 105 (ศูนย์วิจัยข้าว)

Concentrations (ppm)	Seedling growth rate (มิลลิกรัมต่อต้น)[1]				Average
	Imbibition times (h.)				
	6.00	12.00	24.00	36.00	
0	4.26 ± 0.76	3.70 ± 1.13	3.50 ± 0.81	3.98 ± 1.07	3.86^{ab} ± 0.33
10	3.55 ± 0.89	3.98 ± 0.94	4.01 ± 1.39	3.84 ± 0.57	3.85^{ab} ± 0.21
20	3.81 ± 0.41	3.81 ± 1.17	4.03 ± 0.66	3.00 ± 0.88	3.66^{a} ± 0.45
30	4.01 ± 0.58	3.64 ± 0.86	3.99 ± 0.95	3.25 ± 1.01	3.72^{a} ± 0.35
40	3.80 ± 1.02.	3.68 ± 0.90	3.81 ± 1.36	3.10 ± 0.76	3.60^{a} ± 0.33
50	4.26 ± 1.13	3.82 ± 1.41	3.61 ± 1.37	3.17 ± 1.22	3.72^{a} ± 0.45
100	4.98 ± 0.98	4.76 ± 1.27	5.59 ± 0.93	4.82 ± 0.96	5.04^{c} ± 0.37
500	4.84 ± 0.54	5.17 ± 0.93	5.84 ± 1.51	4.88 ± 0.59	5.18^{c} ± 0.46
1000	4.69 ± 0.87	4.99 ± 1.33	5.49 ± 1.09	4.82 ± 1.34	5.00^{c} ± 0.35
5000	4.45 ± 1.07	5.53 ± 0.86	4.98 ± 0.55	4.25 ± 1.03	4.80^{bc} ± 0.57
Average	**4.27^{a} ± 0.48**	**4.31^{a} ± 0.72**	**4.48^{a} ± 0.89**	**3.91^{a} ± 0.76**	

หมายเหตุ [1]ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด ± SD

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน แสดงความแตกต่างทางสถิติในแต่ละความเข้มข้น และแต่ละระยะเวลาในการแช่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p< 0.05$)

สำหรับเมล็ดข้าวพันธุ์ปกาอำปึล ผลการศึกษาพบว่ามีอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าเฉลี่ยของแต่ละระดับของความเข้มข้น มีค่าเท่ากับ 4.18, 5.00, 4.62, 5.05, 4.60, 4.63, 4.26, 4.61, 4.55 และ 2.33 มิลลิกรัมต่อต้น เมื่อแช่ด้วยอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40, 50, 100, 500, 1000 และ 5000 ppm และที่ระยะเวลาแตกต่างกันมีอัตราเฉลี่ยความงอกเท่ากับ 4.81, 3.86, 4.73 และ 4.77 มิลลิกรัมต่อต้น เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 6, 12, 24 และ 36 ชั่วโมง ตามลำดับ เมื่อทดสอบทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งเปอร์เซ็นต์ พบว่า การเจริญเติบโตของต้นกล้าสำหรับเมล็ดข้าวพันธุ์ปกาอำปึลมีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงิน โดยในระดับที่ความเข้มข้นสูง (5000 ppm) ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าแตกต่างจากระดับต่ำ (0-1000 ppm) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนอกจากนั้นระยะเวลาในการแช่ไม่ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ระยะเวลาในการแช่ 24 และ 36 ชั่วโมง ส่งผลต่ออัตรการเจริญเติบโตของต้นกล้าสูงกว่าระยะเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า (seedling growth rate) ของข้าวพันธุ์ปกาอำปึล

Concentrations (ppm)	Seedling growth rate (มิลลิกรัมต่อต้น)[1]				Average
	Imbibition times (h.)				
	6.00	12.00	24.00	36.00	
0	4.52 ± 1.16	3.89 ± 0.76	4.13 ± 1.24	4.19 ± 1.30	4.18 [a] ± 0.26
10	4.3 ± 0.93	4.39 ± 0.57	5.58 ± 0.75	5.72 ± 1.39	5.00 [a] ± 0.76
20	4.45 ± 0.62	4.45 ± 1.47	4.71 ± 0.54	4.86 ± 1.04	4.62 [a] ± 0.20
30	4.29 ± 1.42	4.22 ± 0.90	5.81 ± 1.08	5.87 ± 0.66	5.05 [a] ± 0.91
40	4.03 ± 1.31	3.78 ± 0.84	5.45 ± 1.40	5.13 ± 0.97	4.60 [a] ± 0.82
50	4.27 ± 0.76	3.59 ± 1.17	5.38 ± 1.51	5.29 ± 1.06	4.63 [a] ± 0.86
100	4.25 ± 0.89	3.53 ± 0.67	4.63 ± 0.95	4.63 ± 0.98	4.26 [a] ± 0.52
500	3.93 ± 1.12	3.97 ± 1.26	5.38 ± 1.03	5.17 ± 1.05	4.61 [a] ± 0.77

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

Concentrations (ppm)	Seedling growth rate (มิลลิกรัมต่อต้น) [1]				Average
	Imbibition times (h.)				
	6.00	12.00	24.00	36.00	
1000	4.23 ± 1.07	4.27 ± 0.93	4.91 ± 0.86	4.79 ± 1.31	4.55 [a] ± 0.35
5000	3.49 ± 1.44	2.48 ± 1.21	1.34 ± 0.47	2.01 ± 1.08	2.33 [b] ± 0.90
Average	**4.18 [a] ± 0.30**	**3.86 [a] ± 0.58**	**4.73 [a] ± 1.30**	**4.77 [a] ± 1.09**	

หมายเหตุ [1]ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด ± SD

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน แสดงความแตกต่างทางสถิติในแต่ละความเข้มข้น และแต่ละระยะเวลาในการแช่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p< 0.05$)

จากการศึกษาอัตรการเจริญเติบโตของต้นกล้าสำหรับเมล็ดข้าวพันธุ์ KDML 105 (จากเกษตรกร) ผลการศึกษาพบว่ามีอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าเฉลี่ยของแต่ละระดับของความเข้มข้น มีค่าเท่ากับ 3.36, 3.82, 3.79, 3.80, 3.50, 3.26, 3.53, 3.52, 3.48 และ 2.39 มิลลิกรัมต่อต้น เมื่อแช่ด้วยอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40, 50, 100, 500, 1000 และ 5000 ppm และที่ระยะเวลาแตกต่างกันมีอัตราเฉลี่ยความงอกเท่ากับ 3.05, 3.46, 3.40 และ 3.85 มิลลิกรัมต่อต้น เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 6, 12, 24 และ 36 ชั่วโมงตามลำดับ และพบว่า การเจริญเติบโตของต้นกล้าสำหรับเมล็ดข้าวพันธุ์ KDML 105 (จากเกษตรกร) มีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินเช่นเดียวกับพันธุ์อื่นๆ โดยในระดับที่ความเข้มข้นสูง (5000 ppm) ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าแตกต่างจากระดับต่ำ (0-1000 ppm) อย่างมีนัยสำคัญ และนอกจากนั้นระยะเวลาในการแช่ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าด้วยเช่นกัน ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า (seedling growth rate) ของข้าวพันธุ์ KDML 105 (จากเกษตรกร)

Concentrations (ppm)	Seedling growth rate (มิลลิกรัมต่อต้น) [1]				Average
	Imbibition times (h.)				
	6.00	12.00	24.00	36.00	
0	2.88 ± 0.77	3.73 ± 1.24	2.94 ± 0.76	3.87 ± 0.98	3.36^{ab} ± 0.51
10	3.01 ± 0.91	4.24 ± 1.49	3.57 ± 0.99	4.45 ± 1.28	3.82^{b} ± 0.66
20	3.1 ± 1.04	3.47 ± 0.89	3.80 ± 1.31	4.77 ± 1.37	3.79^{b} ± 0.72
30	3.01 ± 0.85	3.75 ± 1.03	4.07 ± 1.43	4.35 ± 1.42	3.80^{b} ± 0.58
40	3.07 ± 0.63	3.74 ± 1.12	3.44 ± 1.22	3.75 ± 1.54	3.50^{ab} ± 0.32
50	3.22 ± 1.17	3.01 ± 1.34	3.15 ± 0.89	3.65 ± 0.96	3.26^{ab} ± 0.28
100	3.29 ± 1.05	3.49 ± 1.16	3.54 ± 1.42	3.79 ± 1.08	3.53^{b} ± 0.20
500	2.93 ± 1.01	3.35 ± 0.94	3.66 ± 1.23	4.14 ± 1.43	3.52^{b} ± 0.51
1000	3.33 ± 0.93	3.29 ± 1.20	3.64 ± 0.95	3.64 ± 1.31	3.48^{ab} ± 0.19
5000	2.68 ± 0.59	2.56 ± 0.87	2.22 ± 0.51	2.09 ± 0.74	2.39^{a} ± 0.28
Average	**3.05^{a} ± 0.20**	**3.46^{ab} ± 0.46**	**3.40^{ab} ± 0.52**	**3.85^{b} ± 0.72**	

หมายเหตุ [1]ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด ± SD

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน แสดงความแตกต่างทางสถิติในแต่ละความเข้มข้น และแต่ละระยะเวลาในการแช่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p< 0.05$)

จากการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าจากเมล็ดข้าวพันธุ์ RD 6 ผลการศึกษาพบว่า มีอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าอยู่ระหว่าง 4.29 - 4.73 มิลลิกรัมต่อต้น โดยมีค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าแต่ละระดับของความเข้มข้น พบว่า มีค่าเท่ากับ 4.56, 4.45, 4.57, 4.44, 4.67, 4.73, 4.47, 4.48, 4.48 และ 4.29 มิลลิกรัมต่อต้น เมื่อแช่ด้วยอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40, 50, 100, 500, 1000 และ 5000 ppm และที่ระยะเวลาแตกต่างกันมีอัตราเฉลี่ยความงอกเท่ากับ 4.16, 4.31, 5.00 และ 4.58 มิลลิกรัมต่อต้น เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 6, 12, 24 และ 36 ชั่วโมงตามลำดับ นอกจากนั้นยังพบว่าระยะเวลาส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นส่งผลต่ออัตรา

การเจริญเติบโตของต้นกล้าสูงขึ้น โดยเฉพาะที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าสูงที่สุด (ดังตารางที่ 4.12)

ตารางที่ 4.12 อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า (seedling growth rate) ของข้าวพันธุ์ RD 6

Concentrations (ppm)	Seedling growth rate (มิลลิกรัมต่อต้น) [1]				Average
	Imbibition times (h.)				
	6.00	12.00	24.00	36.00	
0	4.31 ± 0.81	4.43 ± 1.37	4.51 ± 1.31	4.99 ± 1.24	4.49 [a]
10	3.91 ± 0.77	4.47 ± 1.25	4.66 ± 1.19	4.74 ± 1.15	4.56 [a]
20	4.58 ± 1.43	4.12 ± 0.96	4.34 ± 1.08	5.23 ± 1.36	4.62 [a]
30	4.14 ± 0.89	4.08 ± 1.01	4.81 ± 0.96	4.73 ± 1.40	4.54 [a]
40	5.01 ± 1.32	4.33 ± 0.99	4.75 ± 1.44	4.58 ± 1.62	4.80 [a]
50	4.12 ± 1.27	4.07 ± 1.33	4.82 ± 1.51	5.90 ± 1.20	4.37 [a]
100	3.89 ± 0.98	4.42 ± 1.05	5.11 ± 1.29	4.47 ± 0.99	4.66 [a]
500	4.01 ± 1.06	4.61 ± 1.08	5.04 ± 1.03	4.25 ± 1.18	4.52 [a]
1000	4.04 ± 0.76	4.51 ± 1.17	4.98 ± 1.14	4.39 ± 1.06	4.49 [a]
5000	3.56 ± 1.07	4.10 ± 1.28	6.99 ± 1.56	2.52 ± 0.57	4.39 [a]
Average	**4.16 [a] ± 0.42**	**4.31 [ac] ± 2.03**	**5.00 [b] ± 0.74**	**4.58 [ab] ± 0.73**	

หมายเหตุ [1]ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด ± SD

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน แสดงความแตกต่างทางสถิติในแต่ละความเข้มข้น และแต่ละระยะเวลาในการแช่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

4.1.4 ประสิทธิภาพของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินต่อความผิดปกติของต้นกล้า

จากการศึกษาเปอร์เซ็นต์ความผิดปกติของเมล็ดข้าวทั้ง 4 สายพันธุ์คือพันธุ์ KDML 105 (เมล็ดพันธุ์จากศูนย์วิจัยข้าว) พันธุ์ปกาอำปึล พันธุ์ KDML (เมล็ดพันธุ์จากเกษตรกร) และพันธุ์ RD 6 โดยแช่เมล็ดพันธุ์ในสารละลายพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40, 50, 100, 500, 1000 และ 5000 ppm โดยมีระยะเวลาในการแช่ที่ 6, 12, 24 และ 36 ชั่วโมง พบว่า ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดทั้ง 4 สายพันธุ์มีความผิดปกติ คือ ต้นอ่อนที่ไม่สามารถพัฒนาเป็นต้นข้าวปกติเมื่อทำการปลูก โดยทำการประเมินผลเป็นเปอร์เซ็นต์ความผิดปกติของต้น

กล้า (ต้นอ่อน) ผลการศึกษาพบว่าต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์ข้าวทั้ง 4 สายพันธุ์ที่แช่ในน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) มีเปอร์เซ็นต์ความผิดปกติมากกว่าต้นกล้าที่แช่ในสารละลายสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ความเข้มข้นต่าง ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเมื่อแช่เมล็ดพันธุ์ในสารละลายสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ความเข้มข้นสูง ความผิดปกติของต้นกล้าจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อทดสอบทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 4.13 ถึง 4.16) ต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ KDML 105 (เมล็ดจากศูนย์วิจัยข้าว) มีความผิดปกติเฉลี่ยต่ำสุดคือ 0.63 % เมื่อเปรียบเทียบกับต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์ข้าวอีก 3 สายพันธุ์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์ KDML 105 (จากศูนย์วิจัย) มีความผิดปกติเฉลี่ยต่ำสุดและสูงสุดคือ 0.63 % และ 3.38 % เมื่อแช่เมล็ดในสารละลายสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ความเข้มข้น 1000 ppm และ 0 ppm (ชุดควบคุม) ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินมากขึ้น พบว่า เมล็ดมีแนวโน้มเกิดความผิดปกติของต้นกล้าลดน้อยลง ซึ่งแตกต่างจากความผิดปกติเฉลี่ยของเมล็ดที่แช่ในน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อทดสอบทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และหากพิจารณาถึงระยะเวลาที่แช่ในสารละลายสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ระยะเวลาต่างๆ พบว่า การแช่เมล็ดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ต้นกล้าที่ได้ มีความผิดปกติเฉลี่ยต่ำสุดคือ 1.45 % แต่เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการแช่มากขึ้น ต้นกล้าจะมีความผิดปกติมากขึ้นเช่นเดียวกันแต่ไม่มีความสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 4.13 เปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 (เมล็ดพันธุ์จากศูนย์วิจัยฯ)

Concentrations (ppm)	ความผิดปกติของต้นกล้า (%)[1]				Average
	Imbibition times (h.)				
	6.00	12.00	24.00	36.00	
0	1.50 ± 0.12	3.50 ± 0.71	4.00 ± 1.41	4.50 ± 1.54	3.38^{b} ± 1.31
10	1.50 ± 0.12	1.50 ± 0.71	2.50 ± 0.71	3.00 ± 1.41	2.13^{ab} ± 0.75
20	2.50 ± 0.12	0.50 ± 0.71	3.50 ± 0.71	3.50 ± 0.12	2.50^{ab} ± 1.41
30	3.50 ± 0.12	0.50 ± 0.71	2.50 ± 1.12	1.50 ± 0.71	2.00^{ab} ± 1.29
40	1.50 ± 0.12	1.00 ± 0.41	1.50 ± 0.71	2.50 ± 0.71	1.63^{ac} ± 0.63
50	1.00 ± 0.41	3.00 ± 0.00	1.50 ± 0.71	2.50 ± 0.71	2.00^{ab} ± 0.91

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

Concentrations (ppm)	ความผิดปกติของต้นกล้า (%)[1]				Average
	Imbibition times (h.)				
	6.00	12.00	24.00	36.00	
100	3.50 ± 0.71	3.50 ± 0.71	1.00 ± 1.41	2.00 ± 0.41	2.50 [a] ± 1.22
500	1.00 ± 0.41	0.50 ± 0.71	0.50 ± 0.71	1.50 ± 0.71	0.88 [a] ± 0.48
1000	0.50 ± 0.71	0.50 ± 0.71	0.00 ± 0.00	0.50 ± 0.71	0.38 [a] ± 0.25
5000	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	2.00 ± 0.83	0.50 ± 0.71	0.63 [a] ± 0.95
Average	**1.65 [a] ± 1.17**	**1.45 [a] ± 1.36**	**1.90 [a] ± 1.26**	**2.20 [a] ± 1.27**	

หมายเหตุ [1]ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด ± SD

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน แสดงความแตกต่างทางสถิติในแต่ละความเข้มข้น และแต่ละระยะเวลาในการแช่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p< 0.05$)

ต้นกล้าพันธุ์ปกาอำปึลมีความผิดปกติเฉลี่ยต่ำสุดเมื่อแช่เมล็ดพันธุ์ในสารละลายสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ความเข้มข้น 5000 ppm โดยมีค่าเท่ากับ 0.50 % ส่วนต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดที่แช่ในน้ำกลั่น (กลุ่มควบคุม) มีความผิดปกติเฉลี่ยสูงสุดคือ 5.50 % ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อทดสอบทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แนวโน้มความผิดปกติของต้นกล้ามีลักษณะเช่นเดียวกันกับข้าวอีกทั้ง 3 สายพันธุ์ โดยมีความผิดปกติเฉลี่ยลดลงเมื่อแช่ในสารละลายสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่มีความเข้มข้นสูงมากขึ้น แต่ต้นกล้าพันธุ์ปกาอำปึลมีความผิดปกติมากขึ้นเมื่อแช่ในสารละลายสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ระยะเวลานานขึ้น โดยมีค่าเท่ากับ 2.10, 2.60, 2.85 และ 3.85 เมื่อแช่เมล็ดที่เวลา 6, 12, 24 และ 36 ชั่วโมง ตามลำดับ

ตารางที่ 4.14 เปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติของพันธุ์ปกาอำปึล

Concentrations (ppm)	ความผิดปกติของต้นกล้า (%)[1]				Average
	Imbibition times (h.)				
	6.00	12.00	24.00	36.00	
0	3.50 ± 0.71	4.50 ± 0.71	6.00 ± 1.41	8.00 ± 1.41	5.50 [a] ± 1.96
10	2.00 ± 1.41	4.50 ± 2.12	5.50 ± 0.71	7.50 ± 0.71	4.88 [a] ± 2.29
20	2.50 ± 0.71	4.50 ± 0.71	5.00 ± 0.45	7.00 ± 2.83	4.75 [a] ± 1.85
30	4.50 ± 0.71	5.50 ± 6.36	3.50 ± 0.71	5.00 ± 1.41	4.63 [a] ± 0.85
40	1.50 ± 0.71	1.00 ± 0.41	3.00 ± 1.41	3.00 ± 1.41	2.13 [a] ± 1.03
50	2.00 ± 1.41	2.00 ± 1.41	3.00 ± 1.41	2.00 ± 1.41	2.25 [a] ± 0.50
100	2.00 ± 1.41	0.50 ± 0.71	1.50 ± 0.71	2.50 ± 0.71	1.63 [a] ± 0.85
500	2.00 ± 1.41	1.00 ± 1.41	0.50 ± 0.71	2.00 ± 1.41	1.38 [a] ± 0.75
1000	0.50 ± 0.71	1.50 ± 2.12	0.50 ± 0.71	1.00 ± 1.41	0.88 [a] ± 0.48
5000	0.50 ± 0.71	1.00 ± 1.41	0.00 ± 0.00	0.50 ± 0.71	0.50 [b] ± 0.29
Average	**2.10 [a] ± 1.22**	**2.60 [a] ± 1.91**	**2.85 [a] ± 2.07**	**3.85 [a] ± 2.78**	

หมายเหตุ [1]ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด ± SD

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน แสดงความแตกต่างทางสถิติในแต่ละความเข้มข้น และแต่ละระยะเวลาในการแช่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p< 0.05$)

เมล็ดพันธุ์ของข้าวพันธุ์ KDML 105 (เมล็ดจากเกษตรกร) ให้ต้นกล้าที่มีความผิดปกติเฉลี่ยต่ำสุดคือ 0.75 % เมื่อแช่เมล็ดในสารละลายสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ความเข้มข้น 5000 ppm ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้แช่เมล็ดในสารละลายสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงิน เมื่อทดสอบทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยความผิดปกติของต้นกล้ามีแนวโน้มลดลงเมื่อแช่ในสารละลายสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น

ตารางที่ 4.15 เปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติของพันธุ์ KDML 105 (จากเกษตรกร)

Concentrations (ppm)	ความผิดปกติของต้นกล้า (%)[1]				Average
	Imbibition times (h.)				
	6.00	12.00	24.00	36.00	
0	2.50 ± 2.12	10.50 ± 2.12	5.00 ± 2.10	12.00 ± 0.90	7.50 ^{a} ± 4.9
10	2.50 ± 0.71	11.00 ± 2.83	3.50 ± 0.71	5.00 ± 2.83	5.50 ^{ab} ± 3.81
20	2.00 ± 1.41	8.00 ± 1.41	3.50 ± 2.12	4.50 ± 0.71	4.50 ^{ab} ± 2.55
30	2.50 ± 2.12	6.00 ± 2.83	2.00 ± 1.41	4.00 ± 1.41	3.63 ^{ab} ± 1.80
40	1.50 ± 2.12	5.50 ± 0.71	3.00 ± 1.41	2.50 ± 0.71	3.13 ^{ab} ± 1.70
50	2.50± 2.12	4.00 ± 2.83	3.00 ± 1.90	1.50 ± 0.71	2.75 ^{ab} ± 1.04
100	2.50 ± 0.71	5.00 ± 2.83	2.00 ± 0.85	1.00 ± 0.55	2.63 ^{ab} ± 1.70
500	3.50 ± 0.71	4.00 ± 1.95	0.50 ± 0.71	0.50 ± 0.71	2.13 ^{ab} ± 1.89
1000	1.50 ± 0.71	0.50 ± 0.71	0.50 ± 0.71	1.00 ± 1.41	0.88 ^{b} ± 0.48
5000	1.50 ± 0.71	0.50 ± 0.71	0.50 ± 0.71	0.50 ± 0.21	0.75 ^{b} ± 0.50
Average	**2.25** ^{a} ± 0.63	**5.50** ^{b} ± 3.60	**2.35** ^{ab} ± 1.52	**3.25** ^{ab} ± 3.50	

หมายเหตุ [1]ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด ± SD

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน แสดงความแตกต่างทางสถิติในแต่ละความเข้มข้น และแต่ละระยะเวลาในการแช่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p< 0.05$)

การศึกษาความผิดปกติของต้นกล้าพันธุ์ RD 6 พบว่า ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดที่แช่ในสารละลายสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ความเข้มข้น 5000 ppm มีความผิดปกติเฉลี่ยต่ำสุดคือ 0.63 %ในขณะที่ต้นกล้าที่ได้จากกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้แช่เมล็ดในสารละลายสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงิน มีความผิดปกติเฉลี่ยสูงสุดคือ 7.50 % ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อทดสอบทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยความผิดปกติของต้นกล้ามีแนวโน้มลดลงเมื่อแช่ในสารละลายสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น เช่นเดียวกันกับการศึกษาในเมล็ดพันธุ์ KDML 105 (เมล็ดจากเกษตรกร) อย่างไรก็ตาม ระยะเวลาในการแช่ไม่ได้สัมพันธ์กับความผิดปกติของต้นกล้าแต่อย่างใด

ตารางที่ 4.16 เปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติของพันธุ์ RD 6

Concentrations (ppm)	ความผิดปกติของต้นกล้า (%)[1]				Average
	Imbibition times (h.)				
	6.00	12.00	24.00	36.00	
0	11.50 ± 3.54	4.50 ± 0.71	4.00 ± 1.41	10.00 ± 2.83	7.50 ^{b} ± 3.80
10	2.50 ± 2.12	2.50 ± 0.71	2.00 ± 0.00	6.00 ± 1.41	3.25 ^{ab} ± 1.84
20	2.50 ± 0.71	2.00 ± 1.41	2.50 ± 2.12	8.50 ± 0.71	3.88 ^{ab} ± 3.09
30	1.50 ± 0.71	1.50 ± 0.71	2.50 ± 2.12	5.50 ± 0.71	2.75 ^{a} ± 1.89
40	1.50 ± 0.71	3.50 ± 0.71	2.50 ± 2.12	5.00 ± 1.41	3.13 ^{ab} ± 1.49
50	3.00 ± 0.00	4.00 ± 1.41	1.50 ± 0.71	3.50 ± 3.54	3.00 ^{ab} ± 1.08
100	3.00 ± 1.41	2.50 ± 0.71	0.50 ± 0.71	2.00 ± 1.41	2.00 ^{a} ± 1.08
500	1.50 ± 0.71	1.50 ± 0.71	1.00 ± 1.41	2.00 ± 0.00	1.50 ^{a} ± 0.48
1000	1.50 ± 0.71	0.50 ± 0.71	0.50 ± 0.71	0.50 ± 0.71	0.75 ^{a} ± 0.50
5000	1.50 ± 0.71	0.50 ± 0.71	0.50 ± 0.71	0.00 ±0.00	0.63 ^{a} ± 0.63
Average	**3.00 ^{a} ± 3.05**	**2.30 ^{a} ± 1.37**	**1.75 ^{a} ± 1.16**	**4.30 ^{a} ± 3.31**	

หมายเหตุ [1]ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด ± SD

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน แสดงความแตกต่างทางสถิติในแต่ละความเข้มข้น และแต่ละระยะเวลาในการแช่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p< 0.05$)

4.2 การปนเปื้อนของแบคทีเรียก่อโรคในเมล็ดพันธุ์

ทำการตรวจสอบการปนเปื้อนแบคทีเรียก่อโรคที่สำคัญในเมล็ดพันธุ์ข้าว ได้แก่ *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, *Pseudomonas fuscovaginae*, *Pseudomonas avenae*, *Pseudomonas glumae*, *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola*, และ *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* โดยพบว่ามีการปนเปื้อนแตกต่างกันดังตารางดังตารางที่ 4.17 ถึง ตารางที่ 4.20 โดยแบคทีเรียกลุ่ม Xanthomonads พบว่าปนเปื้อนในเมล็ดพันธุ์ปกาอำปึล และ RD 6 สูงกว่าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ทั้งจากศูนย์วิจัยและจากเกษตรกร ส่วน Pseudomonads มีการปนเปื้อนในเมล็ดพันธุ์ค่อนข้างสูง โดยเฉพาะ *Pseudomonas avenae* พบว่ามีการปนเปื้อนค่อนข้างสูงในเมล็ดพันธุ์ปกาอำปึล, KDML 105 (จากเกษตรกร) และ RD 6 และนอกจากนั้นผลการศึกษาพบว่าที่ระดับความข้มข้นต่ำ (10-30 ppm) สามารถยับยั้งการปนเปื้อนของแบคทีเรียก่อโรคในเมล็ดพันธุ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 4.17 การปนเปื้อนของแบคทีเรีย Xanthomonads และ Pseudomonads ในเมล็ดพันธุ์ข้าว KDML 105 (จากศูนย์วิจัย)

Concentrations (ppm)	ปริมาณที่ตรวจพบ (%)					
	X. oryzae pv. *oryzae*	*X. oryzae* pv. *oryzicola*	*P. avenae*	*P. fuscovaginae*	*P. glumae*	*P. syringae* pv. *syringae*
0	*	**	***	***	***	***
10	*	*	**	***	**	**
20	-	-	*	**	-	-
30	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-
500	-	-	*	-	-	-
1000	-	-	-		-	-
5000	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ ระดับความถี่ในการพบ

- \- ไม่พบ
- * < 10 %
- ** < 10-20 %
- *** > 20 %

ตารางที่ 4.18 การปนเปื้อนของแบคทีเรีย Xanthomonads และ Pseudomonads ในเมล็ดพันธุ์ปกาอำปึล

Concentrations (ppm)	ปริมาณที่ตรวจพบ (%)					
	X. oryzae pv. *oryzae*	*X. oryzae* pv. *oryzicola*	*P. avenae*	*P. fuscovaginae*	*P. glumae*	*P. syringae* pv. *syringae*
0	*	**	***	*	*	*
10	*	**	***	-	-	-
20	-	**	***	-	-	-
30	-	-	***	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-
500	-	-	*	-	-	-
1000	-	-	-		-	-
5000	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ ระดับความถี่ในการพบ

- \- ไม่พบ
- * < 10 %
- ** < 10-20 %
- *** > 20 %

ตารางที่ 4.19 การปนเปื้อนของแบคทีเรีย Xanthomonads และ Pseudomonads ในเมล็ดพันธุ์ข้าว KDML 105 (จากเกษตรกร)

Concentrations (ppm)	ปริมาณที่ตรวจพบ (%)					
	X. oryzae pv. *oryzae*	*X. oryzae* pv. *oryzicola*	*P. avenae*	*P. fuscovaginae*	*P. glumae*	*P. syringae* pv. *syringae*
0	**	**	***	*	***	***
10	*	*	**	-	***	-
20	-	*	**	-	-	-
30	-	-	**	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-		-	-
5000	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ ระดับความถี่ในการพบ

- \- ไม่พบ
- * < 10 %
- ** < 10-20 %
- *** > 20 %

ตารางที่ 4.20 การปนเปื้อนของแบคทีเรีย Xanthomonads และ Pseudomonads ในเมล็ดพันธุ์ข้าว RD 6

Concentrations (ppm)	ปริมาณที่ตรวจพบ (%)					
	X. oryzae pv. *oryzae*	*X. oryzae* pv. *oryzicola*	*P. avenae*	*P. fuscovaginae*	*P. glumae*	*P. syringae* pv. *syringae*
0	***	**	*	*	*	*
10	**	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-		-	-
5000	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ ระดับความถี่ในการพบ

- \- ไม่พบ
- * < 10 %
- ** < 10-20 %
- *** > 20 %

4.3 การปนเปื้อนของเชื้อราในเมล็ดพันธุ์

จากการตรวจหาเชื้อราในเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 (จากศูนย์วิจัย) โดยวิธีเพาะเมล็ดบนกระดาษชื้นเป็นเวลานาน 7 วัน พบเชื้อราทั้งหมดจำนวน 10 ชนิด ในปริมาณที่แตกต่างกัน โดยเชื้อรา ที่พบเป็นปริมาณมากที่สุด คือ เชื้อรา *Fusarium moniliforme* (20.83%) รองลงมา คือ *Fusarium* sp. (19.92%) และ *Aspergillus niger* (15.92%) โดยพบว่าสารพร้อมใช้อนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ระดับความเข้มข้นทั้งปริมาณและชนิดของเชื้อรามีแนวโน้มลดลงในทางเดียวกัน ซึ่งปริมาณและชนิดลงลดลงมากกว่า 50% เมื่อแช่ด้วยความเข้มข้นที่ตั้งแต่ 100 ppm เป็นต้นไป รายละเอียดดังตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 ชนิดและปริมาณของเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ KDML 105 (จากศูนย์วิจัย)

เชื้อรา	ปริมาณเชื้อราที่ตรวจพบ (%)										
	Concentrations (ppm)										Avg.
	0	10	20	30	40	50	100	500	1000	5000	
Aspergillus flavus	0.00	0.00	0.00	3.33	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	**0.58**
Aspergillus niger	25.00	26.67	25.83	20.00	20.83	20.83	5.83	0.83	5.83	7.50	**15.92**
Aspergillus sp.	0.00	1.67	0.83	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.33**
Aspergillus sp. Sect. Clavati	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.08**
Curvularia lunata	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.08**
Curvularia sp.	0.00	0.00	0.00	1.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.17**
Fusarium moniliforme	23.33	22.50	20.83	26.67	27.50	29.17	14.17	17.50	15.00	11.67	**20.83**
Fusarium sp.	10.00	16.67	14.17	6.67	23.33	22.50	16.67	33.33	28.33	15.00	**18.67**
Gilmaniella humicola	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.08**
Sarocladium oryzae	11.67	10.00	12.50	13.33	10.83	14.17	8.33	10.00	6.67	1.67	**9.92**
Average	**7.08**	**7.83**	**7.50**	**7.17**	**8.25**	**8.75**	**4.75**	**6.17**	**5.58**	**3.58**	
จำนวนชนิด	**5.00**	**6.00**	**6.00**	**6.00**	**4.00**	**5.00**	**5.00**	**4.00**	**4.00**	**4.00**	

สำหรับพันธุ์ปกาอำปึล พบว่ามีจำนวนเชื้อรามากถึง 22 ชนิด และเชื้อรา *Mucor* sp. มีปริมาณค่อนข้างสูง (44.67%) รองลงมาได้แก่ *Alternaria padwickki* และ *Curvularia* sp. มีปริมาณที่ตรวจพบ 31.43 และ 27.58% ตามลำดับ ซึ่งเชื้อราทั้งสามชนิดนี้พบว่าก่อโรคค่อนข้างสูงต่อข้าว และพบว่าจำนวนชนิดและปริมาณของเชื้อราลดลงเมื่อความเข้มข้นสูงขึ้น ซึ่งมีแนวโน้มเหมือนกับของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้เมล็ดพันธุ์จากศูนย์วิจัย

ตารางที่ 4.22 ชนิดและปริมาณของเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ปกาอำปึล

เชื้อรา	ปริมาณเชื้อราที่ตรวจพบ (%)										
	Concentrations (ppm)										Avg.
	0	10	20	30	40	50	100	500	1000	5000	
Alternaria padwickki	56.67	26.67	37.50	43.33	40.00	30.00	23.33	20.83	20.00	15.83	**31.42**
Aspergillus brevipes	16.00	4.00	4.00	0.00	0.00	6.67	0.00	6.67	0.00	6.67	**4.40**
Aspergillus flavus	11.67	0.00	5.00	0.00	1.67	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	**2.33**
Aspergillus fumigatus	22.50	0.00	6.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**2.92**
Aspergillus gluacus	5.00	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	0.83	0.00	1.67	**0.83**
Aspergillus niger	17.50	12.50	13.33	17.50	15.00	13.33	8.33	7.50	9.17	0.00	**11.42**
Aspergillus sp. Sect. Wentii	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.00**
Bipolaris oryzae	26.67	27.50	46.67	48.33	25.00	28.33	16.67	17.50	16.67	13.33	**26.67**
Chaetomium murorum	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.08**
Curvularia lunata	29.17	33.33	35.00	46.67	41.67	31.67	26.67	8.33	8.33	3.33	**26.42**
Curvularia sp.	45.00	46.67	48.33	35.00	23.33	26.67	17.50	15.00	8.33	10.00	**27.58**
Fusarium moniliforme	26.67	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**2.75**
Fusarium solani	26.67	20.00	30.00	32.50	38.33	26.67	10.00	8.33	0.00	0.00	**19.25**
Fusarium sp.	20.83	10.83	20.83	19.17	11.67	6.67	10.00	10.00	12.50	8.33	**13.08**
Gilmaniella humicola	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.08**
Mucor sp.	68.33	62.50	50.00	65.00	46.67	41.67	25.00	26.67	29.17	31.67	**44.67**
Paecilomyces inflatus	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.08**
Papulaspora pannosa	5.00	6.67	5.83	6.67	6.67	1.67	1.67	0.00	0.00	15.00	**4.92**
Phoma sp.	2.50	0.00	0.83	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.42**
Rhizopus sp.	5.00	6.67	5.00	5.00	5.00	6.67	0.83	0.00	0.00	0.00	**3.42**
Sarocladium oryzae	10.00	14.17	8.33	8.33	6.67	5.83	0.00	0.00	0.83	0.00	**5.42**
Trichoderma sp.	1.67	5.83	5.83	0.00	5.83	0.00	0.00	0.00	0.83	0.00	**2.00**
Average	**18.08**	**12.64**	**14.73**	**14.92**	**12.16**	**10.34**	**6.36**	**5.76**	**4.81**	**4.81**	
จำนวนชนิด	**19.00**	**14.00**	**17.00**	**12.00**	**13.00**	**14.00**	**10.00**	**11.00**	**9.00**	**9.00**	

สำหรับเมล็ดข้าวพันธุ์ KDML 105 (จากเกษตรกร) พบเชื้อราทั้งหมดจำนวน 30 ชนิด ซึ่งมากกว่าข้าวชนิดพันธุ์อื่นๆ และพบว่าเชื้อรา *Bipolaris oryzae* มีปริมาณสูงที่สุด (25.50%) รองลงมาได้แก่ *Fusarium moniliforme* (20.75%) และ *Curvularia eragrostidis* (20.33%) ตามลำดับ และยังพบว่าปริมาณและชนิดของเชื้อราลดลงเมื่อแช่ด้วยสารพรีอมใช้อนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินตามลำดับความเข้มข้นที่สูงขึ้น ซึ่งมีแนวโน้มเหมือนกันในทุกพันธุ์ข้าว สำหรับปริมาณและชนิดของเชื้อราในเมล็ดพันธุ์ RD 6 พบว่ามีจำนวนเชื้อรา 16 ชนิด และเชื้อรา *Fusarium moniliforme*, *Sarocladium oryzae* และ *Penicillium* sp. พบว่ามีปริมาณสูง โดยมีเปอร์เซ็ฯต์ในการพบ เท่ากับ 31.25%, 21.33% และ 19.25% ตามลำดับ ส่วนจำนวนและปริมาณของเชื้อรายังคงพบว่าลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารพร้อมใช้อนุภาคระดับนาโนเมตรที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ (ดังตาราง 4.23 และ 4.24)

ตารางที่ 4.23 ชนิดและปริมาณของเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ KDML 105 (จากเกษตรกร)

เชื้อรา	ปริมาณเชื้อราที่ตรวจพบ (%)										
	Concentrations (ppm)										Avg.
	0	10	20	30	40	50	100	500	1000	5000	
Aspergillus flavus	24.17	25.83	29.17	12.50	9.17	20.00	14.17	15.83	12.50	7.50	**17.08**
Aspergillus fumigatus	23.33	0.00	0.00	0.00	9.17	0.00	1.67	0.00	0.00	0.00	**3.42**
Aspergillus gluacus	5.83	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	1.67	0.00	**0.83**
Sarocladium oryzae	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	1.67	0.83	0.00	0.00	0.00	**0.33**
Aspergillus sp.,Sect Wentii.	3.33	0.00	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.42**
Aspergillus sp.,sect.Clavati	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	**0.08**
Bipolaris oryzae	25.83	29.17	31.67	33.33	29.17	23.33	20.83	31.67	12.50	17.50	**25.50**
Trichoderma sp.	18.33	2.50	0.00	1.67	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**2.33**
Spicaria silvatica	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.08**
Chaetomium murorum	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	**0.08**
Chaetomium sp.	0.00	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.08**

ตารางที่ 4.23 (ต่อ)

เชื้อรา	ปริมาณเชื้อราที่ตรวจพบ (%)										
	Concentrations (ppm)										Avg.
	0	10	20	30	40	50	100	500	1000	5000	
Chaetomium torulosum Bainier.	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.08**
Pinatubo oryzae	0.00	0.00	0.83	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.17**
Curvularia lunata	35.00	33.33	34.17	36.67	23.33	16.67	8.33	9.17	0.00	6.67	**20.33**
Alternaria padwickii	23.33	12.50	19.17	9.17	8.33	10.83	6.67	8.33	4.17	0.83	**10.33**
Curvularia eragrostidis	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.08**
Cylindrocarpon obtusisporum	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.08**
Fusarium moniliforme	29.17	31.67	45.83	26.67	32.50	23.33	18.33	0.00	0.00	0.00	**20.75**
Fusarium sp.	5.83	2.50	13.33	6.67	2.50	4.17	10.00	5.83	10.00	6.67	**6.75**
Trichoderma sp.	0.00	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.08**
Nigrospora sp.	0.00	0.00	0.83	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.17**
Penicillium sp.	1.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.17**
Phoma sp.	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.25**
Pythium sp.	0.00	1.67	0.00	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.25**
Rhizopus sp.	20.83	23.33	10.00	14.17	4.17	8.33	8.33	12.50	14.17	10.83	**12.67**
Sarocladium oryzae	18.33	15.83	21.67	21.67	14.17	24.17	25.00	16.67	14.17	9.17	**18.08**
Scopulariopsis asperula	0.83	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.17**
Spicaria silvatica	0.00	0.83	0.00	0.00	3.33	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	**0.50**
Tilletia barclayana	0.00	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.08**
Ulocladium botrytis	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.08**
Average	**7.86**	**6.03**	**6.97**	**5.58**	**4.69**	**4.47**	**3.83**	**3.39**	**2.31**	**1.97**	
จำนวนชนิด	**14.00**	**13.00**	**13.00**	**15.00**	**14.00**	**11.00**	**11.00**	**9.00**	**7.00**	**7.00**	

ตารางที่ 4.24 ชนิดและปริมาณของเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ RD 6

เชื้อรา	ปริมาณเชื้อราที่ตรวจพบ (%)										
	Concentrations (ppm)										Avg.
	0	10	20	30	40	50	100	500	1000	5000	
Aspergillus flavus	0.00	0.00	0.00	3.33	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	**0.58**
Aspergillus niger	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	**0.08**
Alternaria padwickii	0.00	1.67	0.83	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.33**
Aspergillus sp. Sect. Clavati	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.08**
Curvularia lunata	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.08**
Curvularia sp.	0.00	0.00	0.00	1.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.17**
Fusarium moniliforme	44.17	41.67	46.67	64.17	28.33	16.67	16.67	29.17	12.50	12.50	**31.25**
Fusarium sp.	10.00	16.67	14.17	6.67	23.33	22.50	16.67	33.33	28.33	0.00	**17.17**
Gilmaniella humicola	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.08**
Sarocladium oryzae	20.83	24.17	25.83	25.00	29.17	27.50	15.83	16.67	17.50	10.83	**21.33**
Trichoderma sp.	20.00	16.67	12.50	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**5.00**
Nigrospora sp.	12.50	0.00	0.83	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**1.42**
Penicillium sp.	20.83	26.67	25.00	37.50	33.33	12.50	8.33	10.00	8.33	10.00	**19.25**
Phoma sp.	1.67	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.42**
Pythium sp.	1.67	1.67	0.00	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.42**
Rhizopus sp.	13.33	15.00	6.67	10.00	6.67	8.33	9.17	12.50	10.00	4.17	**9.58**
Average	9.11	9.06	8.33	9.38	7.71	5.57	4.32	6.41	4.79	2.34	
จำนวนชนิด	10.00	9.00	9.00	9.00	6.00	7.00	6.00	6.00	5.00	4.00	

4.2 การทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียก่อโรคในเมล็ดพันธุ์

จากผลการศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา พบว่า ความเข้มข้นของสารพร้อมใช้อนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ระดับความเข้มข้นต่างๆมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยค่อนข้างสูง และในแต่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันดังแสดงดังตารางที่ 4.25 โดยที่ระดับความเข้มข้นสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินระดับความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา

จำนวน 20 ชนิด โดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสูงที่ 44.19,32.13, 26.55 และ25.19 สำหรับเชื้อรา *Gilmaniella humicola* , *Pythium* sp., *Bipolaris oryzae* และ *Aspergillus niger* ตามลำดับ

สำหรับระดับความเข้มข้นสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินระดับความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราจำนวน 20 ชนิดเช่นกัน โดยสามารถยับยั้งเชื้อรา *Gilmaniella humicola*, *Aspergillus niger*, *Pythium* sp., และ *Bipolaris oryzae* โดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเท่ากับ 44.19, 35.00, 34.84 และ 32.30 ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา จำนวน 22 ชนิด โดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง 48.84, 38.33, 36.20, 35.92 และ 35.84 สำหรับ *Gilmaniella humicola*, *Aspergillus niger*, *Pythium* sp., *Curvularia eragrostidis* และ *Bipolaris oryzae* ตามลำดับ

สำหรับระดับความเข้มข้นสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินระดับความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราจำนวน 23 ชนิด โดยมีเชื้อรา *Gilmaniella humicola*, *Aspergillus niger*, *Pythium* sp., *Curvularia eragrostidis* และ *Bipolaris oryzae* ที่ถูกยับยั้งการเจริญของเส้นใยได้สูงสุด ที่เปอร์เซ็นต์การยับยั้งเท่ากับ 48.84, 38.33, 36.20, 35.92 และ 35.84 สำหรับ ตามลำดับ

ส่วนความเข้มข้นที่ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราจำนวน 24 ชนิด โดยพบว่า มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสูงเท่ากับ 51.94, 48.21, 41.50, 40.23 และ 40.19 สำหรับ *Gilmaniella humicola*, *Drechslera*, *Curvularia* sp, *Curvularia eragrostidis* และ *Aspergillus niger* ตามลำดับ สำหรับระดับความเข้มข้นสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินระดับความเข้มข้น 100 - 500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราจำนวนมากถึง 29 ชนิด และพบว่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเส้นใยสำหรับระดับความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร พบในเชื้อรา *Gilmaniella humicola*, *Pythium* sp., *Drechslera*, *Curvularia eragrostidis* และ *Curvularia* sp. โดยมีอัตราการยับยั้งเท่ากับ 58.14, 52.94, 50.94, 49.71 และ 45.96 สำหรับระดับความเข้มข้นที่ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร การยับยั้งการเจริญของเส้นใยสูงสุด ได้แก่ *Gilmaniella humicola*, *Curvularia* sp. รองลงมาคือ *Pythium* sp., *Drechslera* และ *Curvularia eragrostidis* โดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสูงที่ระดับ 60.85, 57.10, 55.20, 52.31 และ 51.15 ตามลำดับ สำหรับความเข้มข้นที่ 300 ได้แก่ *Gilmaniella humicola*, *Curvularia* sp.,

Pythium sp., *Curvularia eragrostidis* และ *Drechslera* sp. ที่อัตราการยั้บยั้ง 63.95, 62.67, 57.01, 55.46 และ 55.38% สำหรับระดับความเข้มข้นสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงิน ระดับความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสูงใน *Gilmaniella humicola*, *Curvularia* sp., *Aspergillus niger, Pythium* sp., และ *Drechslera* ที่เปอร์เซ็นต์การยับยั้ง 67.44, 65.18, 59.44, 59.28 และ 58.97 ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินระดับความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *Gilmaniella humicola*, *Aspergillus niger*, *Curvularia* sp., *Pinatubo oryzae* และ *Drechslera* โดยมีเปอร์เซ็นต์การยั้บยั้ง เท่ากับ 74.42, 71.85, 71.31, 64.16 และ 61.54 สำหรับระดับความเข้มข้นสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินระดับความเข้มข้น 1,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราจำนวนมากถึง 30 ชนิด โดยเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสูงพบในเชื้อรา *Aspergillus brevipes*, *Pinatubo oryzae*, *Bipolaris oryzae*, *Aspergillus niger*, และ *Gilmaniella humicola* และมีอัตรการยังยั้งเท่ากับ 90.60, 78.49, 77.43, 76.48 และ 75.97% ตามลำดับ ส่วน *Curvularia* sp., *Rhizopus* sp., *Aspergillus fumigatus*, *Curvularia lunata*, และ *Bipolaris oryzae* พบว่าถูกยับยั้งสูงสุดที่ระดับความเข้มข้น 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตรของสารพร้อมใช้อนุภาคระดับนาโนเมตรของเงิน โดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเท่ากับ 92.76, 92.22, 91.62, 90.77 และ 90.71% ตามลำดับ

นอกจากนั้นผลการศึกษายังพบว่าสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ความเข้มข้นสูง (ความเข้มข้น 400- 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราชนิดต่างๆ ได้สูง โดยมีเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยเท่ากับ 40.83, 45.59, 56.32 และ76.86 ตามลำดับ และพบว่ามีจำนวนเชื้อรามากถึง 20 ชนิดที่ถูกยับยั้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ตั้งแต่ความเข้มข้น 10-5,000มิลลิกรัมต่อลิตร) และมีเพียง 10 ชนิด ที่สารพร้อมใช้อนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินในระดับความเข้มข้นต่ำ (10-50 มิลลิกรัมต่อลิตร) ไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยได้ ได้แก่เชื้อรา *Aspergillus gluacus.*, *Aspergillus* sp., *Aspergillus* sp.Sect Wentii, *Chaetomium murorum*, *Chaetomium* sp., *Paecilomyces inflatus*, *Phoma* sp., *Rhizopus* sp., *Sarocladium oryzae* และ *Trichoderma* sp.

ตารางที่ 4.25 การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราโดยสารพร้อมใช้อนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ความเข้มข้นต่างๆ

ชนิด	Inhibition of mycerial growth (%)												Avg.
	Concentrations (ppm)												
	10	20	30	40	50	100	200	300	400	500	1000	5000	
Aspergillus brevipes	10.03	15.36	16.61	18.81	22.26	38.87	42.01	42.63	46.08	48.28	90.60	90.60	**40.18**
Aspergillus fumigatus	10.18	12.97	12.97	13.43	16.23	19.49	26.00	28.79	32.98	37.17	36.24	91.62	**28.17**
Aspergillus gluacus	0.00	0.00	0.00	0.00	2.42	20.77	21.74	28.50	26.57	31.88	41.06	50.72	**18.64**
Aspergillus niger	25.19	35.00	38.33	39.07	40.19	41.30	50.00	52.78	59.44	71.85	76.48	90.37	**51.67**
Aspergillus sp.	0.00	0.00	10.24	10.84	19.88	21.69	25.90	33.73	51.20	54.82	55.42	74.70	**29.87**
Aspergillus sp. Sect. Clavati	4.22	8.44	11.39	14.35	16.46	21.94	23.21	27.00	28.69	31.65	39.66	78.48	**25.46**
Aspergillus sp.,Sect Wentii.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.72	12.20	13.82	15.45	16.26	18.70	62.60	**12.23**
Bipolaris oryzae	26.55	32.30	35.84	36.28	36.73	39.38	42.92	52.21	58.85	61.50	77.43	90.71	**49.23**
Chaetomium murorum	0.00	0.00	4.48	10.45	13.93	21.89	39.80	42.79	47.76	50.25	59.20	75.62	**30.51**
Chaetomium sp.	0.00	0.00	0.00	6.94	9.80	13.47	15.92	17.96	21.63	26.53	40.82	74.69	**18.98**
Chaetomium torulosum	10.50	15.50	23.00	23.50	24.50	30.00	31.00	31.50	31.50	32.50	48.50	60.50	**30.21**

ตารางที่ 4.25 (ต่อ)

ชนิด	Inhibition of mycerial growth (%)												
	Concentrations (ppm)												Avg.
	10	20	30	40	50	100	200	300	400	500	1000	5000	
Curvularia eragrostidis	16.09	27.59	35.92	39.08	40.23	49.71	51.15	55.46	57.76	60.75	66.09	90.52	**49.20**
Curvularia lunata	7.69	11.79	12.31	16.92	19.49	28.72	34.87	41.03	44.10	59.49	63.08	90.77	**35.85**
Curvularia sp.	7.80	29.53	30.64	40.67	41.50	45.96	57.10	62.67	65.18	71.31	76.32	92.76	**51.79**
Drechslera sp.	15.90	21.54	24.10	26.67	48.21	50.26	52.31	55.38	58.97	61.54	63.08	75.38	**46.11**
Fusarium moniliforme	2.07	2.44	8.54	10.98	12.20	13.41	20.73	30.49	37.20	39.02	70.73	79.27	**27.26**
Fusarium solani	3.02	12.83	13.21	23.02	24.53	40.75	43.40	49.81	50.57	51.70	58.11	77.36	**37.36**
Fusarium sp.	6.74	7.33	10.85	17.01	19.94	20.23	23.46	29.03	37.36	40.18	43.87	85.92	**28.49**
Gilmaniella humicola	44.19	44.19	48.84	49.22	51.94	58.14	60.85	63.95	67.44	74.42	75.97	81.40	**60.05**
Memmoniella	20.14	27.08	37.50	36.81	31.94	28.47	34.03	41.67	45.83	47.92	54.86	59.03	**38.77**
Paecilomyces inflatus	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.56	23.93	28.83	36.20	38.65	53.37	69.33	**22.24**
Papulaspora pannosa	10.76	17.09	20.25	24.05	25.95	29.11	30.38	37.34	40.51	43.04	45.57	69.62	**32.81**
Penicillium sp.	4.13	8.26	11.98	21.90	24.79	44.21	38.02	39.26	45.45	55.37	71.49	80.17	**37.09**
Phoma sp.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.02	8.08	13.13	17.17	21.82	33.33	51.52	**12.26**
Pinatubo oryzae	2.87	4.09	7.81	8.39	12.19	20.79	23.66	49.10	51.97	64.16	78.49	82.80	**33.86**

ตารางที่ 4.25 (ต่อ)

ชนิด	Inhibition of mycerial growth (%)												
	Concentrations (ppm)												Avg.
	10	20	30	40	50	100	200	300	400	500	1000	5000	
Pythium sp.	32.13	34.84	36.20	36.65	37.56	52.94	55.20	57.01	59.28	59.73	66.06	67.42	**49.59**
Rhizopus sp.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.81	92.22	**10.17**
Sarocladium oryzae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.91	24.55	30.45	35.91	47.45	60.91	78.18	**24.53**
Spicaria silvatica	5.51	6.30	8.66	9.45	15.75	20.08	22.83	23.23	30.31	33.46	55.51	83.86	**26.25**
Trichoderma sp.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56	3.33	13.33	23.52	35.00	38.70	57.78	**14.35**
Average	**8.86**	**12.48**	**15.32**	**17.82**	**20.29**	**27.18**	**31.29**	**36.43**	**40.83**	**45.59**	**56.32**	**76.86**	

เมื่อทำการทดสอบสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินระดับความเข้มข้นต่างๆโดยวิธี filter paper disc method พบว่าสารพร้อมใช้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแต่ละชนิดได้ดี โดยสร้างบริเวณใส (inhibition zone) แตกต่างกันที่ระดับความเข้มข้นของสารพร้อมใช้แตกต่างกันตั้งแต่ 40-5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.26 จากผลการศึกษา แบคทีเรียกลุ่ม Xanthomonads พบว่าสารพร้อมใช้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* ได้ดีกว่าแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* โดยแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* ถูกยับยั้งที่ระดับความเข้มข้นเริ่มต้นตั้งแต่ 50-5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยให้บริเวณใสอยู่ระหว่าง 0.70-3.50 เซนติเมตร ในขณะที่แบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* ถูกยับยั้งที่ระดับความเข้มข้นเริ่มต้นตั้งแต่ 500-5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยให้บริเวณใสอยู่ระหว่าง 0.78-1.25 เซนติเมตรตามลำดับ

สำหรับแบคทีเรียกลุ่ม Pseudomonads ได้ทำการทดสอบกับแบคทีเรีย 4 ชนิดได้แก่ *P. avenae*, *P. syringae pv. syringae*, *P. glumae* และ *P. fuscovaginae* ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินมีผลยับยั้งแบคทีเรีย *P. avenae* ที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 40-5,000 ppm โดยให้บริเวณใสอยู่ระหว่าง 0.72-1.52 เซนติเมตร สำหรับแบคทีเรีย *P. syringae pv. Syringae* ถูกยับยั้งที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 100- 5,000 ppm โดยให้บริเวณใสอยู่

ระหว่าง 1.17-3.75 เซนติเมตร สำหรับแบคทีเรีย *P. glumae* ถูกยับยั้งที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 500-5,000 ppm โดยให้บริเวณใสอยู่ระหว่าง 1.00-2.30 เซนติเมตร ซึ่งมีผลคล้ายคลึงกับแบคทีเรีย *P. fuscovaginae* ซึ่งถูกยับยั้งที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 500- 5,000 ppm เช่นกัน โดยให้บริเวณใสอยู่ระหว่าง 0.73-1.00 เซนติเมตร ซึ่งจากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียกลุ่ม Pseudomonads พบว่าสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินมีประสิทธิภาพในการยับยั้งสูงสุดที่ระดับความเข้มข้น 5,000 ppm สำหรับแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิดโดยมีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียชนิด *P. syringae pv. syringae* ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ แบคทีเรีย *P. glumae* , *P. avenae* และ *P. fuscovaginae* ตามลำดับ ดังตารางที่ 4-26

ตารางที่ 4.26 การยับยั้งแบคทีเรียโดยสารพร้อมใช้อนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินที่ความเข้มข้นต่างๆ

ชนิด	Diameter of clear zone (cm)												
	Concentrations (ppm)												
	0	10	20	30	40	50	100	200	300	400	500	1000	5000
Xanthomonads													
Xanthomonas oryzae pv. *oryzae*	0.30	-	-	-	-	0.70	0.93	1.00	1.07	1.18	1.30	2.50	3.50
Xanthomonas oryzae pv. *oryzicola*	0.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.78	1.03	1.25
Pseudomonads													
P. avenae	0.68	-	-	-	0.72	0.73	0.87	0.95	1.04	1.15	1.23	1.37	1.52
P. syringae pv. *syringae*	0.68	-	-	-	-	-	1.17	1.60	1.95	2.14	2.52	2.88	3.75
P. glumae	0.67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1.30	2.30
P. fuscovaginae	0.67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.73	0.90	1.00

4.3 ประสิทธิภาพของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว

4.3.1 ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index : LAI)

จากการเปรียบเทียบดัชนีพื้นที่ใบของต้นข้าวพันธุ์ KDML 105 ในแต่ละกรรมวิธีทางการเกษตร โดยแช่เมล็ดในน้ำกลั่น (กลุ่มควบคุม), แช่ในสารนาโนซิลเวอร์ที่ความเข้มข้น 10, 20, 30, 40, 50, 100, 500, 1000 และ 5000 ppm รวมทั้งแช่ในสารกำจัดเชื้อราทั่วไป และแช่ในสารเกษตรเคมีจากท้องตลาด โดยหาพื้นที่ใบจากต้นข้าวที่มีอายุ 1 เดือน, 2 เดือน และ 3 เดือน ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ต้นข้าวที่มีอายุ 1 เดือน จากทุกการทดลองมีค่าดัชนีพื้นที่ใบระหว่าง 0.52-1.84 โดยต้นข้าวที่มีค่าดัชนีพื้นที่ใบน้อยที่สุดคือต้นข้าวจากเมล็ดที่แช่ในสารนาโนซิลเวอร์ที่ความเข้มข้น 100 ppm โดยมีค่าเท่ากับ 0.52 ส่วนต้นข้าวจากเมล็ดที่แช่ในสารนาโนซิลเวอร์ที่ความเข้มข้น 500 ppm มีค่าดัชนีพื้นที่ใบมากที่สุดคือ 1.84 ซึ่งแตกต่างจาก treatment อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อทดสอบทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สำหรับต้นข้าวอายุ 2 เดือนมีดัชนีพื้นที่ใบเฉลี่ยสูงกว่าต้นข้าวอายุ 1 เดือน โดยพบว่ามีดัชนีพื้นที่ใบอยู่ระหว่าง 1.18 – 3.63 โดยต้นข้าวจากเมล็ดที่แช่ในสารนาโนซิลเวอร์ที่ความเข้มข้น 1000 ppm มีดัชนีพื้นที่ใบมากที่สุด คือ 3.63 ซึ่งแตกต่างจาก treatment อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญเมื่อทดสอบทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในทางตรงกันข้าม ต้นข้าวจากเมล็ดที่แช่ในสารกำจัดเชื้อราทั่วไป มีดัชนีพื้นที่ใบน้อยที่สุด คือ 1.18 ซึ่งแตกต่างจาก treatment อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อทดสอบทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ดัชนีพื้นที่ใบของต้นข้าวที่มีอายุ 3 เดือนโดยส่วนใหญ่จะมีค่าเพิ่มขึ้น โดยจากการทดลองพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 3.32 – 5.01 ซึ่งต้นข้าวจากเมล็ดที่แช่ในสารนาโนซิลเวอร์ที่ความเข้มข้น 1000 ppm มีดัชนีพื้นที่ใบมากที่สุด คือ 5.01 ซึ่งแตกต่างจาก treatment อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญเมื่อทดสอบทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนต้นข้าวที่มีดัชนีพื้นที่ใบน้อยสุดคือ ต้นข้าวจากเมล็ดที่แช่ในสารนาโนซิลเวอร์ที่ความเข้มข้น 20 ppm พบว่ามีค่าเท่ากับ 3.32 ซึ่งใกล้เคียงกับค่าดัชนีพื้นใบของต้นข้าวที่แช่ในน้ำกลั่น (กลุ่มควบคุม) และต้นข้าวจากเมล็ดที่แช่ในสารกำจัดเชื้อราทั่วไป รวมทั้งต้นข้าวจากเมล็ดที่แช่ในสารเกษตรเคมีจากท้องตลาด ซึ่งทั้ง 4 treatment นี้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อทดสอบทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากการวิเคราะห์ผลค่าดัชนีพื้นที่ใบของต้นข้าวในทุก treatment พบว่า ต้นข้าวที่มีดัชนีพื้นที่ใบมากคือต้นข้าวจากเมล็ดที่แช่ในสารนาโนซิลเวอร์ที่ความเข้มข้น 500 ppm (ในต้นข้าว

อายุ 1 เดือน) และ 1000 ppm (ในต้นข้าวอายุ 2 และ 3 เดือน) โดยมีค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดในต้นข้าวอายุ 1 เดือน, 2 เดือน และ 3 เดือน คือ 1.84, 3.63 และ 5.01 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ต้นข้าวจากเมล็ดที่แช่ในสารนาโนซิลเวอร์ที่ความเข้มข้น 1000 ppm จะมีดัชนีพื้นที่ใบน้อยที่สุดเมื่ออายุได้ 1 เดือน แต่กลับมีดัชนีพื้นที่ใบสูงสุด เมื่อต้นข้าวมีอายุได้ 2 และ 3 เดือน

ตารางที่ 4.27 แสดงการเปรียบเทียบ LAI ของข้าว KDML 105 ในแต่ละกรรมวิธีการเกษตร

Treatments	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	Avg.
ควบคุม	1.06	1.31	3.57	1.98 ± 1.13
นาโนซิลเวอร์ที่ความเข้มข้น 10	1.15	1.43	3.98	2.19 ± 1.27
นาโนซิลเวอร์ที่ความเข้มข้น 20	1.07	2.02	3.32	2.14 ± 0.92
นาโนซิลเวอร์ที่ความเข้มข้น 30	0.90	1.64	4.67	2.40 ± 1.63
นาโนซิลเวอร์ที่ความเข้มข้น 40	1.27	2.11	4.35	2.58 ± 1.30
นาโนซิลเวอร์ที่ความเข้มข้น 50	1.03	1.59	4.34	2.32 ± 1.45
นาโนซิลเวอร์ที่ความเข้มข้น 100	0.63	2.10	4.08	2.27 ± 1.41
นาโนซิลเวอร์ที่ความเข้มข้น 500	1.84	1.94	4.18	2.65 ± 1.08
นาโนซิลเวอร์ที่ความเข้มข้น 1000	0.52	3.63	5.01	3.05 ± 1.88
นาโนซิลเวอร์ที่ความเข้มข้น 5000	0.90	2.70	4.34	2.65 ± 1.40
สารกำจัดเชื้อราทั่วไป	0.63	1.18	3.35	1.72 ± 1.17
เกษตรแบบเคมี	1.06	1.51	3.75	2.11 ± 1.18

4.3.2 ผลผลิตและการเจริญเติบโตบางประการของข้าว

จากการศึกษาด้านผลผลิตหรือองค์ประกอบผลผลิตของข้าวต่อการใช้อนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินในการแช่เมล็ดพันธุ์ก่อปลูกนั้น ผลการการศึกษาพบว่า ความสูงของต้นข้าวที่ทำการแช่เมล็ดพันธุ์ด้วยสารพร้อมใช้นี้ที่ระดับความเข้มข้น 10 20 30 40 50 100 500 1000 และ 5000 ส่งผลให้ต้นข้าวมีความสูงมากกว่าที่ไม่ได้แช่ด้วยสารพร้อมใช้ และเมื่อทดสอบทางสถิติพบว่าความสูงของต้นข้าวที่แช่ด้วยสารพร้อมใช้ทั้ง 9 ระดับความเข้มข้นส่งผลความสูงของต้นข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.01) และยังพบว่ามีผลไม่แตกต่างจากการทำการเกษตรแบบเคมี (ใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีกำจัดศัตรูข้าว) นอกจากนนั้นยังพบว่าจำนวนต่อกอของข้าวที่แช่ด้วยสารพร้อม

ใช้นี้มีจำนวนต้อต่อกอสูงกว่าด้วยเช่นกัน โดยที่ความเข้มข้นสูงขึ้นมีแนวโน้มของจำนวนต้นต่อกอสูงขึ้นด้วยเช่นกัน โดยที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 500 ppm ส่งผลให้มีจำนวนต้นต่อกอสูงมากกว่า 10 ต้นต่อกอ ส่วนจำนวนรวงต่อกอนั้นพบได้อย่างเด่นชัดเลยว่าจำนวนรวงข้าวสูงมากกว่าและมีผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะที่ความเข้มข้น > 30 ppm มีจำนวนรวงข้าวต่อกอแตกต่างจากแปลงควบคุม (ไม่แช่) และแปลงที่ใช้สารเคมีกำจัดเชื้อราทั่วไป สำหรับจำนวนเมล็ดดีต่อรวงพบว่าแปลที่ทำการปลูกโดยใช้สารเคมี แปลงที่ใช้สารกำจัดเชื่อราทั่วไป และแปลงที่ไม่แช่สารพร้อมใช้นี้มีจำนวนเมล้ดดีต่อรวงต่ำกว่าแปลงอื่นๆ และมีแนวโน้มเช่นเดียวกับจำนวนเมล็ดลีบต่อรวง กล่าวคือ แปลที่แช่เมล็ดพันธุ์ด้วยอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินส่งผลให้จำนวนเมล็ดลีบต่อรวงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มข้นสูงขึ้นด้วยเช่นกัน (ตารางที่ 4.28)

ตารางที่ 4.28 แสดงการเปรียบเทียบผลผลิตและการเจริญเติบโตบางประการของข้าว KDML 105 ในแต่ละกรรมวิธีการเกษตร

Treatments	ความสูง (cm)	จำนวนต้นต่อกอ	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดดีต่อรวง	จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง
ควบคุม	116.00	8.60	6.80	65.60	17.20
นาโนซิลเวอร์ที่ความเข้มข้น 10	120.60	9.60	7.00	63.40	16.00
นาโนซิลเวอร์ที่ความเข้มข้น 20	126.60	8.60	6.40	66.40	16.80
นาโนซิลเวอร์ที่ความเข้มข้น 30	131.20	8.80	7.80	66.80	14.80
นาโนซิลเวอร์ที่ความเข้มข้น 40	130.20	8.40	7.20	64.80	14.40
นาโนซิลเวอร์ที่ความเข้มข้น 50	127.00	9.20	7.40	71.20	14.20
นาโนซิลเวอร์ที่ความเข้มข้น 100	143.80	9.40	7.20	68.60	12.20
นาโนซิลเวอร์ที่ความเข้มข้น 500	142.80	10.00	8.00	70.20	14.00
นาโนซิลเวอร์ที่ความเข้มข้น 1000	141.60	10.20	8.20	72.20	11.00
นาโนซิลเวอร์ที่ความเข้มข้น 5000	140.60	10.60	8.20	69.00	8.40
สารกำจัดเชื้อราทั่วไป	128.80	8.20	6.40	62.40	12.60
เกษตรแบบเคมี	146.60	9.60	9.20	63.80	18.20

4.4 การเตรียมและกรรมวิธีในการใช้สารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงิน

สำหรับการเตรียมสารพร้อมใช้ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินในการป้องกันและกำจัดโรคพืชทางการเกษตร สามารถเตรียมได้โดยการนำสารละลายของอนุภาคนาโนเมตรของเงินที่มีความเข้มข้น 10000 ppm จากหน่วยปฏิบัติการวิจัยอุปกรณ์เรียนรู้ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งได้ดำเนินการผลิตและอยู่ระหว่างการจดสิทธิบัตร โดยนำมาทำการเจือจางกับน้ำกลั่นในปริมาณความเข้มข้นตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน โดยสามารถใช้เพื่อการเจริญเติบโตของข้าว และเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะในการยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียก่อโรค กล่าวคือ ที่ความเข้มข้น 1:500 สามารถลดอัตราการสูญเสียจากเชื้อแบคทีเรียก่อโรคที่สำคัญ ได้แก่ *Pseudomonas fuscovaginae*, *Pseudomonas glumae* และ *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* และที่ความเข้มข้น 1:100 สามารถลดอัตราการสูญเยของเมล็ดพันธุ์อันเนื่องมากจาก *Pseudomonas avenae*, *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* และ *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* นอกจากนั้นที่ความเข้มข้น 1:5000 ส่งผลให้มีจำนวนรวงข้าวต่อกอ และจำนวนเมล็ดลีบลดลง โดยนำมาแช่เมล็ดพันธุ์ดังกล่าวในอัตราส่วนเมล็ดพันธุ์ข้าว 1 กิโลกรัมต่อสารพร้อมใช้ 1 ลิตร ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่สะดวกและปลอดภัยสำหรับเกษตรกร