

บทที่ 3

ผลและการอภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์สเปกตรัมสีผิวผลมังคุด จากการถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิทัล โดยใช้หลอด LED สีแดง และสีเขียวเป็นแหล่งกำเนิดแสง ทำการเก็บข้อมูลทุกวัน ในแต่ละวันจะใช้ผลมังคุดซึ่งมีอายุเท่ากันจำนวน 30 ผล เปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ค่า TSS:TA และอายุของมังคุด ได้ผลการศึกษาดังต่อไปนี้

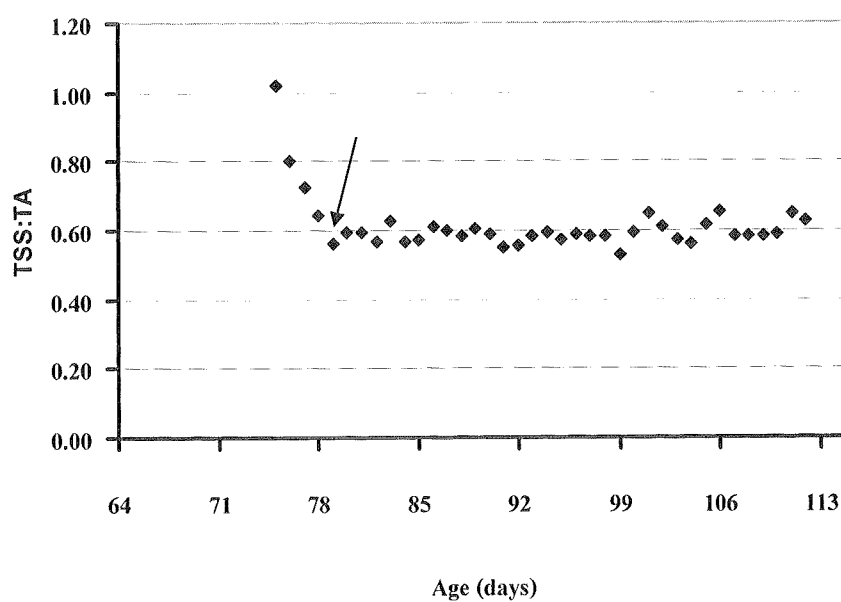
3.1 ผลการวิเคราะห์ค่า TSS:TA

นำผลมังคุดที่ได้จากการถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิทัลเพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์สเปกตรัมเสร็จแล้ว มาวิเคราะห์หาค่า TSS:TA โดยทำการวิเคราะห์ทุกวันๆละ 30 ผล เริ่มวิเคราะห์เมื่อผลมังคุดมีอายุระหว่าง 75 - 112 วัน หลังจากติดผล มังคุดที่อายุอ่อนกว่านี้ไม่สามารถวิเคราะห์หาค่า TSS:TA ได้ เพราะมียางมังคุดผสมอยู่มาก ได้ผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาค่า TSS:TA ในผลมังคุด

Age (days)	TSS:TA	Age (days)	TSS:TA
75	1.02	94	0.60
76	0.80	95	0.57
77	0.72	96	0.59
78	0.64	97	0.58
79	0.56	98	0.58
80	0.60	99	0.53
81	0.59	100	0.60
82	0.57	101	0.65
83	0.62	102	0.61

Age (days)	TSS:TA	Age (days)	TSS:TA
84	0.57	103	0.57
85	0.57	104	0.56
86	0.61	105	0.62
87	0.60	106	0.66
88	0.58	107	0.59
89	0.61	108	0.59
90	0.59	109	0.58
91	0.55	110	0.59
92	0.55	111	0.65
93	0.58	112	0.63



ภาพที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่า TSS:TA กับ อายุของมังคุด

ผลจากการวิเคราะห์ค่า TSS:TA ในผลมั่งคุด ดังแสดงในตารางที่ 1 และภาพที่ 1 เปรียบเทียบกับอายุของมั่งคุดนับจากวันติดผล พบว่า สามารถแบ่งการเปลี่ยนแปลงของค่า TSS:TA ได้เป็นสองช่วง ช่วงแรกตั้งแต่มั่งคุดผลอ่อนจนกระทั่งมีอายุ 78 วัน ค่า TSS:TA มีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว ช่วงที่สองมั่งคุดอายุตั้งแต่ 79 วัน (สัปดาห์ที่ 12) เป็นต้นไป การเปลี่ยนแปลงของค่า TSS:TA น้อยมากจนเกือบจะคงที่

3.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสเปกตรัมสีผิวผลมั่งคุด

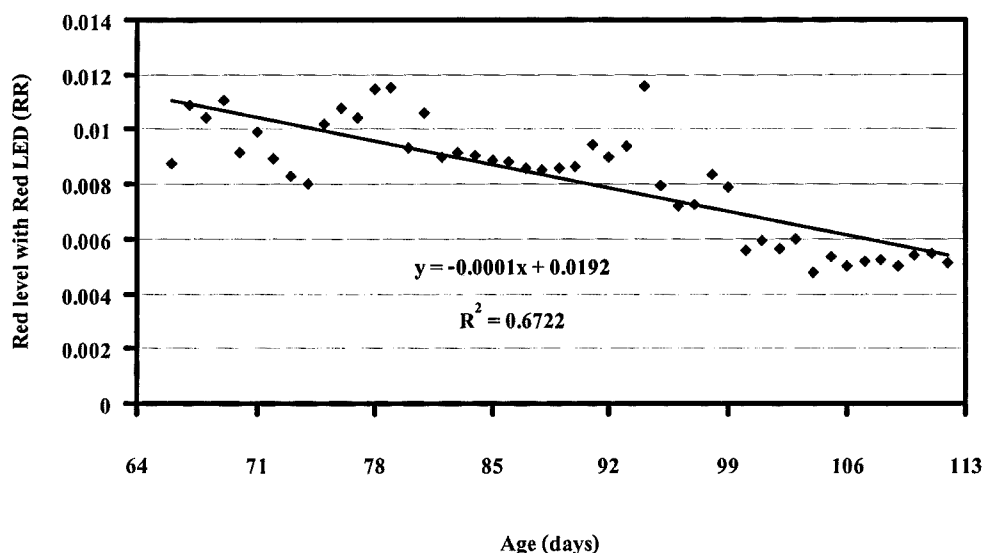
จากการนำผลมั่งคุดที่มีอายุอยู่ในช่วง 66 – 112 วัน นับจากติดผล มาถ่ายภาพโดยใช้กล้องดิจิทัล ภายใต้กล่องควบคุมแสง โดยมีหลอด LED สีแดง และ สีเขียว เป็นแหล่งกำเนิดแสง แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าสเปกตรัมสีผิวของผลมั่งคุด จำนวน 30 ผลต่อวัน จะประกอบด้วย สเปกตรัมสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน จากการใช้หลอด LED สีแดง เป็นแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งเขียนแทนด้วย RR, GR และ BR ตามลำดับ และสเปกตรัมสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน จากการใช้หลอด LED สีเขียวเป็นแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งเขียนแทนด้วย RG, GG และ BG ตามลำดับ โดยค่าสเปกตรัมดังกล่าวใช้พื้นที่วิเคราะห์ 16037 พิกเซล ต่อผล ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงสเปกตรัมสีผิวของผลมั่งคุด

Age (days)	RR	GR	BR	RG	GG	BG
66	0.008730	0.000000	0.000221	0.003115	0.008214	0.000000
67	0.010902	0.000000	0.000259	0.004007	0.009149	0.000000
68	0.010422	0.000000	0.000246	0.003706	0.009010	0.000000
69	0.011064	0.000000	0.000280	0.003888	0.009168	0.000000
70	0.009141	0.000008	0.000313	0.002897	0.007430	0.000008
71	0.009881	0.000000	0.000268	0.002891	0.007543	0.000000
72	0.008937	0.000000	0.000315	0.002629	0.007441	0.000000
73	0.008278	0.000000	0.000255	0.002494	0.007312	0.000000

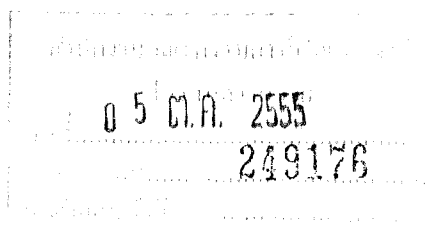
Age (days)	RR	GR	BR	RG	GG	BG
74	0.008002	0.000000	0.000259	0.001818	0.005404	8.1063E-05
75	0.010185	0.000000	0.000284	0.003099	0.005552	0.000114
76	0.010771	0.000000	0.000313	0.002440	0.006295	0.000218
77	0.010407	0.000000	0.000290	0.002721	0.005308	0.000166
78	0.011446	0.000000	0.000352	0.003583	0.006238	5.7991E-05
79	0.011542	0.000000	0.000477	0.003668	0.006697	7.4827E-05
80	0.009307	0.000000	0.000261	0.002666	0.004793	0.000257
81	0.010579	0.000000	0.000313	0.003284	0.005402	0.000266
82	0.009014	0.000000	0.000290	0.002471	0.004399	0.000363
83	0.009151	0.000000	0.000268	0.002095	0.003240	0.000419
84	0.009020	0.000000	0.000307	0.002186	0.003065	0.000222
85	0.008900	0.000000	0.000276	0.002155	0.003606	0.000191
86	0.008798	0.000000	0.000305	0.001606	0.002702	0.000274
87	0.008557	0.000000	0.000284	0.002062	0.003375	0.000224
88	0.008507	0.000003	0.000305	0.001943	0.003412	0.000241
89	0.008563	0.000000	0.000309	0.001363	0.002297	0.000284
90	0.008619	0.000000	0.000305	0.001506	0.002852	0.000256
91	0.009432	0.000000	0.000286	0.001760	0.002721	0.000224
92	0.008981	0.000000	0.000276	0.001781	0.003321	0.000245
93	0.009401	0.000000	0.000338	0.002398	0.004232	0.000243
94	0.011588	0.000000	0.000338	0.002872	0.004942	0.000209
95	0.007934	0.000000	0.000327	0.001619	0.002417	0.000276
96	0.007210	0.000002	0.000303	0.001278	0.002097	0.000309
97	0.007249	0.000000	0.000307	0.001336	0.002866	0.000249
98	0.008364	0.000000	0.000286	0.001891	0.003569	0.000212
99	0.007900	0.000000	0.000234	0.001068	0.002386	0.000263

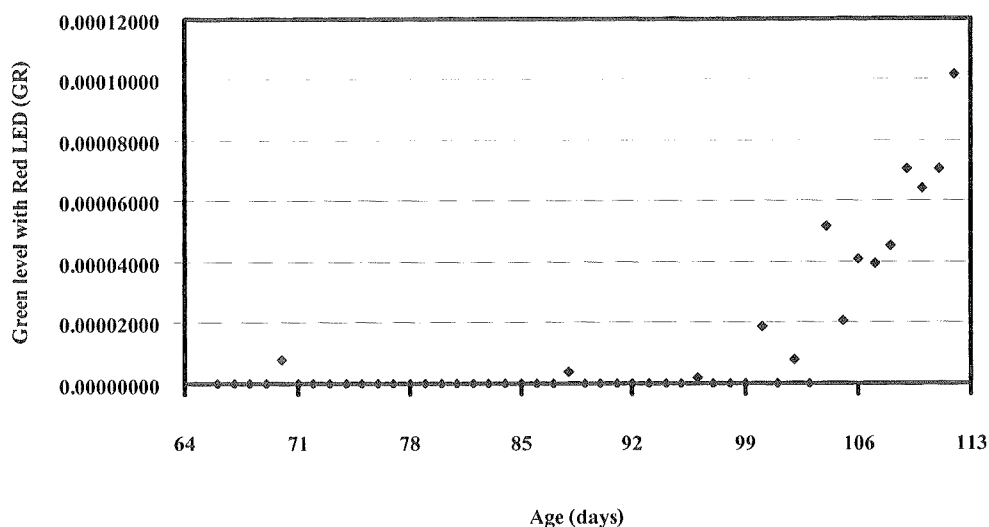
Age (days)	RR	GR	BR	RG	GG	BG
100	0.005562	0.000002	0.000249	0.001131	0.002899	0.000326
101	0.005932	0.000000	0.000246	0.001193	0.002974	0.000201
102	0.005674	0.000008	0.000265	0.001074	0.002716	0.000197
103	0.006009	0.000000	0.000290	0.001137	0.002993	0.000228
104	0.004801	0.000052	0.000321	0.000879	0.001914	0.000249
105	0.005344	0.000021	0.000294	0.001023	0.002423	0.000253
106	0.005011	0.000041	0.000294	0.000829	0.001949	0.000259
107	0.005188	0.000039	0.000371	0.001018	0.001641	0.000583
108	0.005258	0.000046	0.000394	0.001048	0.002055	0.000465
109	0.005034	0.000070	0.000458	0.001135	0.001831	0.0007333
110	0.005406	0.000064	0.000498	0.001449	0.002523	0.000739
111	0.005464	0.000070	0.000561	0.001546	0.002426	0.000932
112	0.005136	0.000102	0.000644	0.001640	0.002598	0.000962



ภาพที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อายุมังคุดหลังติดผล และ ระดับสเปกตรัมสีแดงจากการใช้หลอด LED สีแดง (RR)

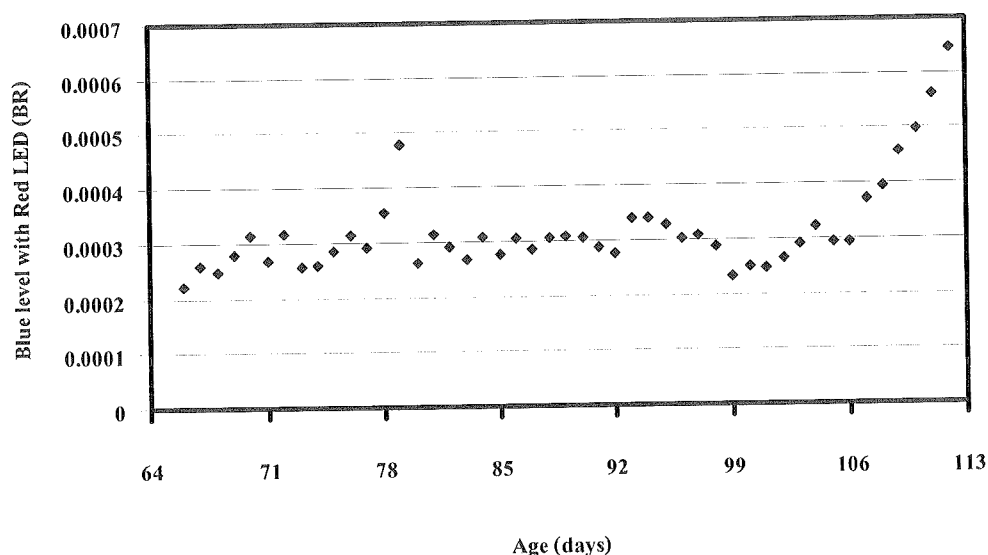
ภาพที่ 2 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัมสีแดงโดยใช้หลอด LED สีแดง (RR) เป็นแหล่งกำเนิดแสง โดยใช้พื้นที่วิเคราะห์ 16037 พิกเซล เปรียบเทียบกับอายุของมังคุดนับจากติดผล ดังแสดงในภาพที่ 2 พบว่า ค่า RR มีค่าลดลงเมื่ออายุของมังคุดมากขึ้น มีความสัมพันธ์เป็นไปตามสมการ $Y = -0.0001x + 0.0192$ เมื่อ x คือ อายุของมังคุด และ y คือ ระดับสเปกตรัมสีแดงจากการใช้หลอด LED สีแดง (RR)





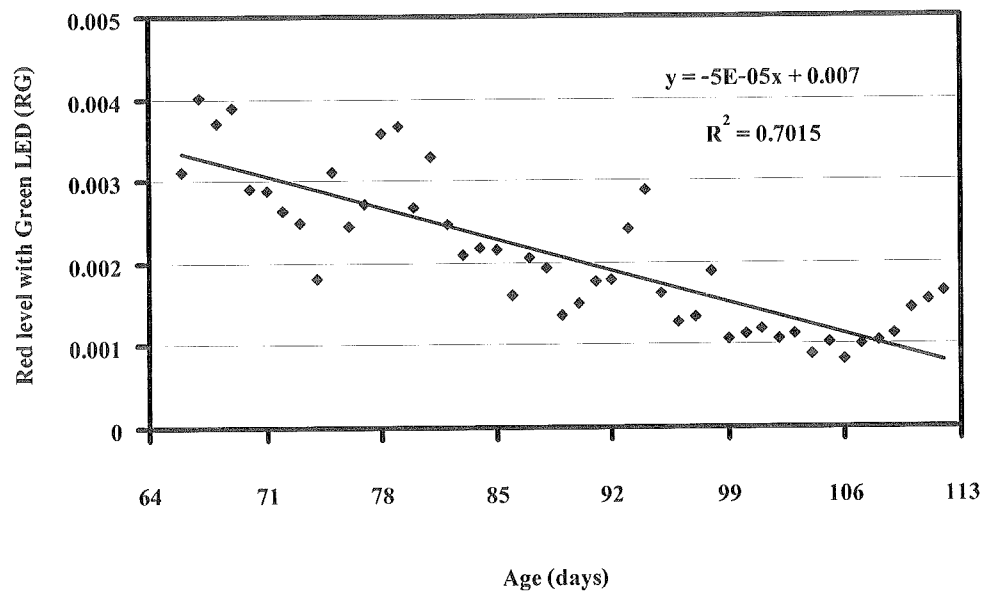
ภาพที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อายุมังคุดหลังติดผล และ ระดับสเปกตรัม สีเขียวจากการใช้หลอด LED สีแดง (GR)

ภาพที่ 3 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัมสีเขียว โดยใช้หลอด LED สีแดง (GR) เป็นแหล่งกำเนิดแสง กับอายุของมังคุด พบว่า ค่า GR มีการเปลี่ยนแปลงน้อยในช่วงที่มังคุดยังมีอายุน้อยและจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อมังคุดมีอายุ ตั้งแต่ 100 วันไปแล้ว ซึ่งไม่เหมาะจะนำมาใช้เป็นดัชนีในการเก็บเกี่ยวผลมังคุดเนื่องจาก ผลการศึกษาไม่สอดคล้องกับการศึกษาของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย



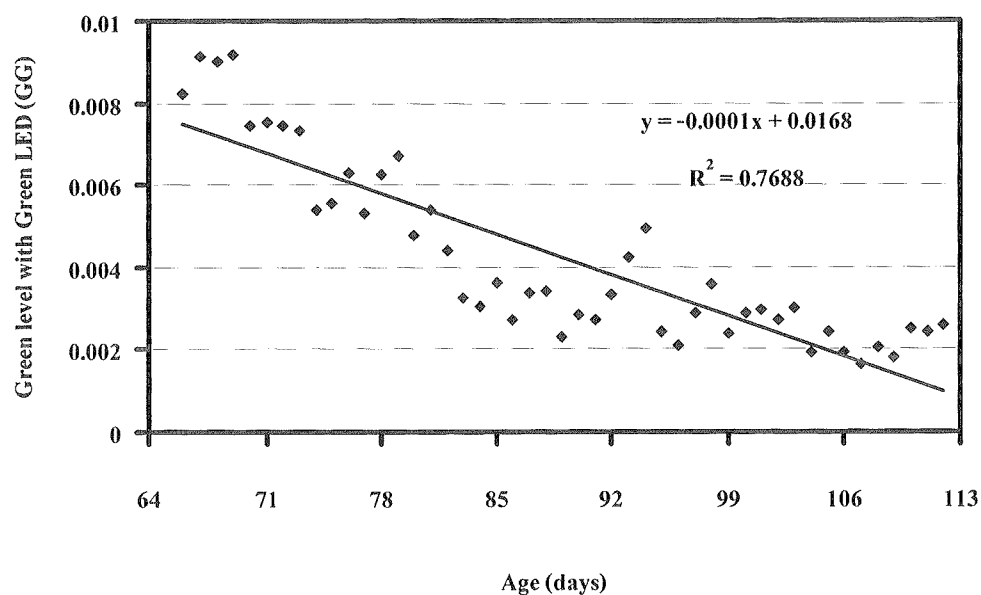
ภาพที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อายุมังคุดหลังติดผล และ ระดับสเปกตรัมสีน้ำเงินจากการใช้หลอด LED สีแดง (BR)

ภาพที่ 4 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัมสีน้ำเงิน โดยใช้หลอด LED สีแดงเป็นแหล่งกำเนิดแสง (BR) เปรียบเทียบกับอายุของมังคุดนับจากติดผล พบว่า ผลจากการวิเคราะห์ที่ได้เกือบจะเป็นแบบเดียวกับค่าสเปกตรัมของ GR แต่มีค่ามากกว่า ซึ่งไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นดัชนีในการส่งออก



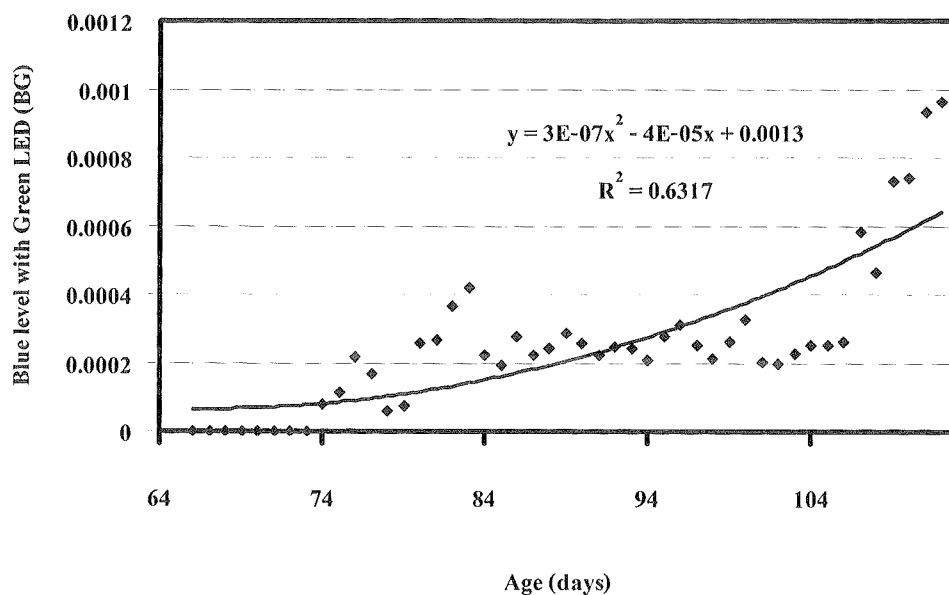
ภาพที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อายุมังคุดหลังติดผล และ ระดับสเปกตรัมสีแดงจากการใช้หลอด LED สีเขียว (RG)

ภาพที่ 5 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัมสีแดง โดยใช้หลอด LED สีเขียว เป็นแหล่งกำเนิดแสง (RG) เปรียบเทียบกับอายุของมังคุดนับจากติดผล พบว่า ค่า RG จะลดลงเมื่อมังคุดมีอายุเพิ่มขึ้น เป็นไปตามสมการ $Y = -5 \times 10^{-5} x + 0.007$ เมื่อ x คือ อายุของมังคุด และ y คือ ระดับสเปกตรัม RG



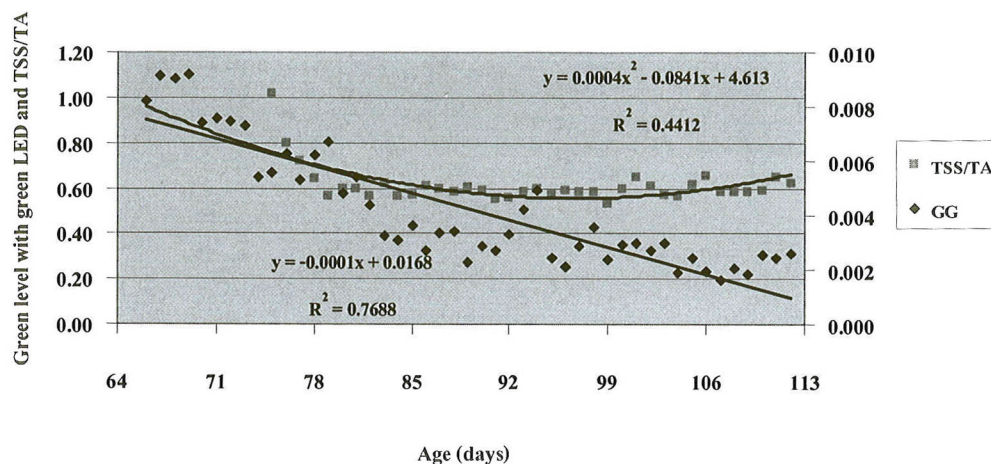
ภาพที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อายุมังคุดหลังติดผล และ ระดับสเปกตรัม สีเขียวจากการใช้หลอด LED สีเขียว (GG)

ภาพที่ 6 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัมสีเขียว โดยใช้หลอด LED สีเขียว (GG) เป็นแหล่งกำเนิดแสง เปรียบเทียบกับอายุของมังคุดนับจากติดผล พบว่า ค่า GG ลดลงเมื่อมังคุดมีอายุมากขึ้น เป็นไปตามสมการ $Y = -0.0001x + 0.0168$ เมื่อ x คือ อายุของมังคุด และ y คือ ระดับสเปกตรัม GG



ภาพที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อายุมังคุดหลังติดผล และ ระดับสเปกตรัมสีน้ำเงินจากการใช้หลอด LED สีเขียว (BG)

ภาพที่ 7 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัมสีน้ำเงิน โดยใช้หลอด LED สีเขียว (BG) เป็นแหล่งกำเนิดแสง เปรียบเทียบกับอายุของมังคุดนับจากติดผล พบว่า ค่า BR เพิ่มขึ้นเมื่อมังคุดมีอายุมากขึ้น มีความสัมพันธ์แบบพหุนามเป็นไปตามสมการ $Y = 3 \times 10^{-7}x^2 - 4 \times 10^{-5}x + 0.0013$ เมื่อ x คือ อายุของมังคุด และ y คือ ระดับสเปกตรัม BG



ภาพที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อายุมังคุด และ ระดับสเปกตรัม
สีเขียวจากการใช้หลอด LED สีเขียว (GG) และ ค่า TSS/TA

จากการพิจารณารูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับค่าสเปกตรัมต่างๆ กับ อายุของมังคุด พบว่า สเปกตรัมสีเขียว โดยใช้หลอด LED สีเขียวเป็นแหล่งกำเนิดแสง (GG) มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นดัชนีในการเก็บเกี่ยวมากเพื่อการส่งออกที่สุดโดย พิจารณาจากค่า R-squared และเมื่อพิจารณารูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า GG กับ ค่า TSS/TA ในภาพที่ 8 พบว่า กราฟแสดงค่า GG สัมพันธ์กับกราฟแสดงค่า TSS/TA ในช่วงที่มังคุดมีอายุระหว่าง 76 – 82 วัน ดังนั้นจึงกำหนดให้ระยะเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วงวัน ดังกล่าว นั่นคือมังคุดมีอายุ 79 ± 3 วัน เมื่อพิจารณาค่า TSS/TA ในช่วงเวลาดังกล่าวมีค่า ลดลงจาก 0.5318 เป็น 0.4064 ส่วนระดับสเปกตรัม GG ในช่วงเวลาดังกล่าวมีค่าลดลง จาก 0.0092 เป็น 0.0086 หรือมีค่าเป็น 0.0089 ± 0.0003 โดยอัตราการลดลงของ สเปกตรัม GG ต่อวัน เท่ากับ 0.0001