

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ดัชนีความใหม่-เก่าของข้าวระหว่างการเก็บรักษา

จากการตรวจสอบดัชนีความใหม่-เก่าของข้าว โดยใช้วิธีการแบบที่ 1 ซึ่งใช้สารละลายอินดิเคเตอร์ และวิธีการแบบที่ 2 ซึ่งใช้หลักการวัดกิจกรรมของเอนไซม์ ได้ค่าดัชนีความใหม่-เก่าของข้าวทุกพันธุ์ที่ทำการศึกษา ทั้งในส่วนของการทดสอบในหลอดทดลอง และแบบเมล็ดเดี่ยว ดังแสดงในตารางที่ 4.1 – 4.6 โดยตารางที่ 4.1 เป็นตารางแสดงผลของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ตารางที่ 4.2 เป็นตารางแสดงผลของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ตารางที่ 4.3 เป็นตารางแสดงผลของข้าวพันธุ์ชัยนาท2 ตารางที่ 4.4 เป็นตารางแสดงผลของข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ตารางที่ 4.5 เป็นตารางแสดงผลของข้าวพันธุ์สันป่าตอง และ ตารางที่ 4.6 เป็นตารางแสดงผลของข้าวพันธุ์กข6

เพื่อความสะดวกในการแสดงผล ในตารางที่ 4.1 - 4.6 จะใช้คำย่อซึ่งมีความหมายดังต่อไปนี้

- 1-H-T = ใช้วิธีการแบบที่ 1 ตัวอย่างเก็บในสภาพข้าวเปลือกและทดสอบในหลอดทดลอง
- 1-H-G = ใช้วิธีการแบบที่ 1 ตัวอย่างเก็บในสภาพข้าวเปลือกและทดสอบแบบเมล็ดเดี่ยว
- 1-P-T = ใช้วิธีการแบบที่ 1 ตัวอย่างเก็บในสภาพข้าวสารและทดสอบในหลอดทดลอง
- 1-P-G = ใช้วิธีการแบบที่ 1 ตัวอย่างเก็บในสภาพข้าวสารและทดสอบแบบเมล็ดเดี่ยว
- 2-H-T = ใช้วิธีการแบบที่ 2 ตัวอย่างเก็บในสภาพข้าวเปลือกและทดสอบในหลอดทดลอง
- 2-H-G = ใช้วิธีการแบบที่ 2 ตัวอย่างเก็บในสภาพข้าวเปลือกและทดสอบแบบเมล็ดเดี่ยว
- 2-P-T = ใช้วิธีการแบบที่ 2 ตัวอย่างเก็บในสภาพข้าวสารและทดสอบในหลอดทดลอง
- 2-P-G = ใช้วิธีการแบบที่ 2 ตัวอย่างเก็บในสภาพข้าวสารและทดสอบแบบเมล็ดเดี่ยว

ตารางที่ 4.1 ค่าดัชนีความใหม่-เก่าของข้าวพันธุ์ดอกมะลิ105 ระหว่างการเก็บรักษาที่
อุณหภูมิห้อง

อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่าดัชนี			
	1-H-T	1-P-T	1-H-G	1-P-G
2	0.365 ^j ±0.011	0.353 ^g ±0.007	0.179 ^e ±0.001	0.134 ^g ±0.003
4	0.385 ^{ij} ±0.003	0.366 ^g ±0.002	0.187 ^{de} ±0.001	0.161 ^f ±0.001
6	0.380 ^h ±0.002	0.392 ^f ±0.003	0.205 ^{de} ±0.001	0.154 ^f ±0.004
8	0.412 ^g ±0.003	0.472 ^e ±0.003	0.212 ^d ±0.003	0.173 ^f ±0.002
10	0.479 ^f ±0.001	0.466 ^e ±0.007	0.304 ^c ±0.002	0.273 ^e ±0.002
12	0.486 ^{ef} ±0.004	0.511 ^d ±0.003	0.328 ^{bc} ±0.002	0.358 ^d ±0.002
14	0.487 ^{ef} ±0.009	0.551 ^c ±0.018	0.351 ^b ±0.024	0.359 ^{cd} ±0.021
16	0.489 ^{ef} ±0.035	0.563 ^{bc} ±0.021	0.358 ^b ±0.029	0.377 ^{bc} ±0.015
18	0.499 ^{de} ±0.024	0.569 ^{bc} ±0.020	0.342 ^b ±0.018	0.391 ^{ab} ±0.003
20	0.514 ^c ±0.032	0.567 ^{bc} ±0.018	0.358 ^b ±0.035	0.394 ^{ab} ±0.003
22	0.574 ^b ±0.010	0.574 ^b ±0.043	0.407 ^a ±0.014	0.382 ^b ±0.022
24	0.650 ^a ±0.039	0.624 ^a ±0.042	0.424 ^a ±0.013	0.406 ^a ±0.005
อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่าดัชนี			
	2-H-T	2-P-T	2-H-G	2-P-G
2	2.487 ^a ±0.002	2.976 ^{ab} ±0.002	0.852 ^a ±0.001	0.898 ^a ±0.005
4	2.777 ^b ±0.003	2.890 ^a ±0.001	0.931 ^b ±0.003	0.919 ^b ±0.001
6	3.021 ^c ±0.004	3.039 ^b ±0.002	0.968 ^{bc} ±0.002	1.014 ^c ±0.002
8	2.840 ^b ±0.002	2.941 ^{ab} ±0.004	1.020 ^{cd} ±0.001	1.027 ^c ±0.002
10	2.754 ^b ±0.003	2.881 ^a ±0.002	1.046 ^d ±0.001	1.027 ^c ±0.004
12	3.663 ^d ±0.003	4.032 ^c ±0.001	1.388 ^e ±0.001	1.876 ^d ±0.001
14	3.968 ^e ±0.039	4.505 ^d ±0.046	1.799 ^f ±0.054	1.867 ^d ±0.023
16	4.292 ^{fg} ±0.028	5.495 ^{ef} ±0.010	1.919 ^{fg} ±0.022	1.876 ^d ±0.006
18	4.032 ^{ef} ±0.021	5.208 ^e ±0.036	1.938 ^{fg} ±0.009	1.905 ^d ±0.010
20	4.237 ^{efg} ±0.038	5.747 ^f ±0.019	2.012 ^{gh} ±0.080	2.132 ^e ±0.020
22	4.425 ^{gh} ±0.025	6.849 ^g ±0.012	2.237 ^{hi} ±0.036	2.353 ^f ±0.022
24	4.739 ^h ±0.009	7.299 ^g ±0.013	2.364 ⁱ ±0.012	2.494 ^g ±0.002

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

1 คือ วิธีการแบบที่ 1

2 คือ วิธีการแบบที่ 2

H คือ เก็บรักษาในสภาพข้าวเปลือก

P คือ เก็บรักษาในสภาพข้าวสาร

T คือ ทดสอบในระดับหลอดทดลอง

G ทดสอบในระดับเมล็ดเดี่ยว

ตารางที่ 4.2 ค่าดัชนีความใหม่-เก่าของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่าดัชนี			
	1-H-T	1-P-T	1-H-G	1-P-G
2	0.446 ^e ±0.023	0.391 ^h ±0.047	0.222 ⁱ ±0.002	0.139 ^g ±0.002
4	0.461 ^e ±0.014	0.439 ^g ±0.019	0.264 ^h ±0.017	0.153 ^g ±0.007
6	0.453 ^e ±0.026	0.485 ^f ±0.020	0.299 ^g ±0.031	0.165 ^g ±0.030
8	0.487 ^d ±0.016	0.521 ^e ±0.041	0.342 ^f ±0.029	0.204 ^f ±0.033
10	0.496 ^d ±0.034	0.519 ^e ±0.050	0.327 ^f ±0.019	0.276 ^e ±0.016
12	0.532 ^c ±0.030	0.565 ^d ±0.023	0.385 ^e ±0.002	0.278 ^e ±0.045
14	0.565 ^b ±0.020	0.566 ^d ±0.032	0.402 ^e ±0.004	0.293 ^e ±0.011
16	0.567 ^b ±0.018	0.598 ^c ±0.012	0.432 ^d ±0.002	0.309 ^{de} ±0.002
18	0.572 ^{ab} ±0.019	0.602 ^{bc} ±0.005	0.468 ^c ±0.009	0.332 ^{cd} ±0.008
20	0.579 ^{ab} ±0.007	0.620 ^{bc} ±0.008	0.497 ^b ±0.002	0.358 ^{bc} ±0.001
22	0.582 ^{ab} ±0.023	0.626 ^{ab} ±0.008	0.512 ^b ±0.001	0.382 ^{ab} ±0.004
24	0.591 ^a ±0.037	0.648 ^a ±0.021	0.559 ^a ±0.004	0.397 ^a ±0.004
อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่าดัชนี			
	2-H-T	2-P-T	2-H-G	2-P-G
2	3.174 ^a ±0.015	3.436 ^a ±0.016	0.797 ^a ±0.041	0.862 ^a ±0.001
4	3.579 ^b ±0.006	4.901 ^b ±0.008	0.878 ^b ±0.003	0.895 ^a ±0.007
6	4.672 ^c ±0.005	6.172 ^c ±0.010	0.920 ^b ±0.011	0.908 ^a ±0.001
8	5.181 ^d ±0.009	6.802 ^d ±0.008	1.012 ^c ±0.008	1.046 ^b ±0.007
10	5.405 ^d ±0.005	7.936 ^e ±0.007	1.055 ^c ±0.001	1.119 ^c ±0.005
12	5.263 ^d ±0.008	8.064 ^e ±0.007	1.228 ^d ±0.008	1.204 ^d ±0.007
14	5.405 ^{de} ±0.009	8.264 ^{ef} ±0.006	1.241 ^d ±0.076	1.224 ^{de} ±0.041
16	5.556 ^{ef} ±0.010	8.403 ^{efg} ±0.006	1.250 ^d ±0.044	1.238 ^{de} ±0.092
18	5.650 ^f ±0.010	8.621 ^{fg} ±0.003	1.266 ^d ±0.051	1.271 ^{de} ±0.010
20	5.780 ^f ±0.007	8.929 ^{gh} ±0.005	1.282 ^d ±0.061	1.321 ^{ef} ±0.028
22	6.024 ^g ±0.007	9.174 ^h ±0.006	1.462 ^e ±0.007	1.404 ^{fg} ±0.002
24	6.329 ^h ±0.006	10.204 ⁱ ±0.004	1.508 ^e ±0.004	1.493 ^g ±0.059

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

1 คือ วิธีการแบบที่ 1

2 คือ วิธีการแบบที่ 2

H คือ เก็บรักษาในสภาพข้าวเปลือก

P คือ เก็บรักษาในสภาพข้าวสาร

T คือ ทดสอบในระดับหลอกทดลอง

G ทดสอบในระดับเมล็ดเดียว

ตารางที่ 4.3 ค่าดัชนีความใหม่-เก่าของข้าวพันธุ์ชัยนาท2 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่าดัชนี			
	1-H-T	1-P-T	1-H-G	1-P-G
2	0.430 ^g ±0.024	0.499 ^g ±0.006	0.179 ^j ±0.001	0.157 ^g ±0.004
4	0.462 ^f ±0.024	0.467 ^g ±0.018	0.194 ^j ±0.013	0.180 ^g ±0.015
6	0.455 ^f ±0.011	0.476 ^{fg} ±0.056	0.220 ⁱ ±0.019	0.172 ^g ±0.007
8	0.486 ^e ±0.016	0.470 ^{ef} ±0.032	0.247 ^h ±0.006	0.219 ^f ±0.021
10	0.496 ^e ±0.017	0.508 ^e ±0.035	0.355 ^g ±0.004	0.245 ^e ±0.038
12	0.524 ^d ±0.020	0.587 ^d ±0.053	0.355 ^g ±0.021	0.263 ^{de} ±0.013
14	0.568 ^c ±0.031	0.595 ^d ±0.033	0.389 ^f ±0.007	0.284 ^{cd} ±0.005
16	0.573 ^c ±0.023	0.595 ^d ±0.006	0.437 ^e ±0.004	0.297 ^{bc} ±0.005
18	0.576 ^c ±0.013	0.625 ^c ±0.014	0.480 ^d ±0.005	0.306 ^{bc} ±0.002
20	0.577 ^c ±0.011	0.651 ^b ±0.034	0.509 ^c ±0.004	0.311 ^{abc} ±0.003
22	0.606 ^b ±0.012	0.671 ^{ab} ±0.025	0.533 ^b ±0.004	0.316 ^{ab} ±0.003
24	0.641 ^a ±0.013	0.685 ^a ±0.008	0.585 ^a ±0.000	0.334 ^a ±0.008
อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่าดัชนี			
	2-H-T	2-P-T	2-H-G	2-P-G
2	3.076 ^a ±0.014	3.571 ^a ±0.011	0.762 ^a ±0.001	0.829 ^a ±0.013
4	3.507 ^b ±0.006	4.444 ^b ±0.017	0.783 ^a ±0.010	0.851 ^a ±0.001
6	4.807 ^c ±0.011	5.347 ^c ±0.006	0.931 ^b ±0.003	1.006 ^b ±0.005
8	5.319 ^d ±0.007	5.617 ^{cd} ±0.007	1.039 ^c ±0.002	1.089 ^c ±0.003
10	5.405 ^{de} ±0.027	6.250 ^{cd} ±0.006	1.078 ^c ±0.001	1.081 ^c ±0.002
12	5.376 ^{de} ±0.006	6.097 ^{de} ±0.007	1.141 ^d ±0.020	1.204 ^d ±0.002
14	5.650 ^{ef} ±0.011	6.494 ^{ef} ±0.016	1.151 ^d ±0.008	1.220 ^d ±0.012
16	5.917 ^{fg} ±0.008	6.623 ^{ef} ±0.033	1.200 ^{de} ±0.033	1.232 ^{de} ±0.008
18	6.173 ^{gh} ±0.006	6.944 ^f ±0.033	1.261 ^{ef} ±0.070	1.282 ^{ef} ±0.013
20	6.289 ^h ±0.006	7.194 ^f ±0.014	1.318 ^f ±0.024	1.318 ^f ±0.041
22	6.536 ^{hi} ±0.011	8.264 ^g ±0.011	2.053 ^g ±0.002	2.053 ^g ±0.054
24	6.897 ⁱ ±0.005	9.804 ^h ±0.002	2.326 ^h ±0.007	2.169 ^g ±0.005

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

1 คือ วิธีการแบบที่ 1

2 คือ วิธีการแบบที่ 2

H คือ เก็บรักษาในสภาพข้าวเปลือก

P คือ เก็บรักษาในสภาพข้าวสาร

T คือ ทดสอบในระดับหลอกทดลอง

G ทดสอบในระดับเมล็ดเดียว

ตารางที่ 4.4 ค่าดัชนีความใหม่-เก่าของข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต้อง

อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่าดัชนี			
	1-H-T	1-P-T	1-H-G	1-P-G
2	0.411 ^f ±0.007	0.477 ^h ±0.005	0.211 ^k ±0.001	0.211 ^f ±0.001
4	0.411 ^f ±0.031	0.510 ^g ±0.045	0.289 ^j ±0.010	0.289 ^e ±0.010
6	0.447 ^e ±0.021	0.531 ^f ±0.020	0.239 ⁱ ±0.030	0.239 ^d ±0.030
8	0.455 ^e ±0.015	0.536 ^f ±0.037	0.357 ^h ±0.003	0.357 ^d ±0.003
10	0.490 ^d ±0.031	0.534 ^f ±0.013	0.392 ^g ±0.034	0.392 ^d ±0.003
12	0.494 ^d ±0.021	0.611 ^e ±0.0036	0.392 ^g ±0.011	0.392 ^c ±0.011
14	0.493 ^d ±0.010	0.637 ^d ±0.011	0.443 ^f ±0.005	0.443 ^{bc} ±0.005
16	0.526 ^c ±0.041	0.646 ^{cd} ±0.021	0.495 ^e ±0.002	0.495 ^{bc} ±0.002
18	0.545 ^c ±0.036	0.644 ^{bc} ±0.020	0.523 ^d ±0.003	0.523 ^{bc} ±0.003
20	0.569 ^b ±0.021	0.670 ^{ab} ±0.024	0.564 ^c ±0.004	0.564 ^b ±0.004
22	0.582 ^{ab} ±0.013	0.680 ^{ab} ±0.011	0.607 ^b ±0.001	0.607 ^a ±0.001
24	0.591 ^a ±0.014	0.690 ^a ±0.006	0.638 ^a ±0.001	0.638 ^a ±0.001
อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่าดัชนี			
	2-H-T	2-P-T	2-H-G	2-P-G
2	2.717 ^a ±0.009	3.906 ^b ±0.007	0.846 ^a ±0.000	0.916 ^a ±0.005
4	4.878 ^b ±0.008	3.623 ^a ±0.013	0.926 ^b ±0.002	0.995 ^b ±0.003
6	6.803 ^c ±0.007	4.292 ^c ±0.009	1.059 ^c ±0.002	1.017 ^{bc} ±0.001
8	7.874 ^d ±0.009	4.831 ^d ±0.008	1.111 ^d ±0.000	1.089 ^{cd} ±0.001
10	9.524 ^e ±0.005	5.435 ^{ef} ±0.018	1.127 ^d ±0.001	1.170 ^d ±0.001
12	8.580 ^{ef} ±0.006	5.263 ^e ±0.009	1.228 ^e ±0.004	1.305 ^e ±0.000
14	9.259 ^{fg} ±0.004	5.435 ^{ef} ±0.009	1.325 ^f ±0.043	1.337 ^e ±0.084
16	9.615 ^{fg} ±0.003	5.682 ^f ±0.014	1.355 ^f ±0.020	1.359 ^e ±0.005
18	9.804 ^g ±0.002	6.173 ^g ±0.034	1.364 ^f ±0.027	1.401 ^e ±0.087
20	10.000 ^g ±0.006	7.353 ^h ±0.012	1.372 ^f ±0.027	1.425 ^e ±0.059
22	12.048 ^h ±0.008	8.264 ⁱ ±0.010	1.701 ^g ±0.009	2.075 ^f ±0.003
24	13.158 ⁱ ±0.004	8.475 ⁱ ±0.012	1.799 ^h ±0.002	2.342 ^f ±0.012

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

1 คือ วิธีการแบบที่ 1

2 คือ วิธีการแบบที่ 2

H คือ เก็บรักษาในสภาพข้าวเปลือก

P คือ เก็บรักษาในสภาพข้าวสาร

T คือ ทดสอบในระดับหลอกทดลอง

G ทดสอบในระดับเมล็ดเดี่ยว

ตารางที่ 4.5 ค่าดัชนีความใหม่-เก่าของข้าวพันธุ์สันป่าตอง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่าดัชนี			
	1-H-T	1-P-T	1-H-G	1-P-G
2	0.371 ^g ±0.002	0.377 ^h ±0.004	0.215 ^e ±0.000	0.116 ^e ±0.001
4	0.384 ^g ±0.002	0.388 ^{gh} ±0.001	0.244 ^e ±0.002	0.134 ^e ±0.001
6	0.391 ^g ±0.002	0.401 ^g ±0.001	0.247 ^e ±0.002	0.191 ^d ±0.001
8	0.441 ^f ±0.002	0.499 ^f ±0.002	0.246 ^e ±0.001	0.208 ^{cd} ±0.001
10	0.478 ^e ±0.001	0.486 ^f ±0.003	0.311 ^d ±0.001	0.217 ^c ±0.002
12	0.499 ^d ±0.001	0.535 ^e ±0.001	0.351 ^c ±0.002	0.273 ^b ±0.001
14	0.577 ^c ±0.017	0.596 ^c ±0.018	0.371 ^c ±0.040	0.277 ^b ±0.029
16	0.566 ^c ±0.042	0.567 ^d ±0.025	0.434 ^b ±0.006	0.280 ^{ab} ±0.011
18	0.611 ^b ±0.038	0.629 ^b ±0.035	0.442 ^b ±0.037	0.280 ^{ab} ±0.020
20	0.612 ^b ±0.037	0.629 ^b ±0.036	0.427 ^b ±0.022	0.289 ^{ab} ±0.005
22	0.620 ^b ±0.031	0.636 ^b ±0.040	0.460 ^{ab} ±0.043	0.293 ^{ab} ±0.003
24	0.648 ^a ±0.024	0.658 ^a ±0.049	0.485 ^a ±0.006	0.299 ^a ±0.002
อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่าดัชนี			
	2-H-T	2-P-T	2-H-G	2-P-G
2	3.289 ^d ±0.002	3.508 ^d ±0.002	0.738 ^a ±0.001	0.830 ^a ±0.001
4	2.369 ^a ±0.002	2.155 ^a ±0.002	0.907 ^b ±0.001	0.888 ^b ±0.002
6	2.949 ^c ±0.016	3.144 ^c ±0.002	0.994 ^b ±0.001	0.918 ^{bc} ±0.001
8	2.754 ^b ±0.003	2.747 ^b ±0.002	1.018 ^c ±0.002	0.921 ^c ±0.002
10	2.785 ^b ±0.004	2.724 ^b ±0.004	1.116 ^d ±0.002	1.052 ^d ±0.001
12	3.703 ^e ±0.002	4.098 ^e ±0.002	1.385 ^e ±0.003	1.455 ^e ±0.001
14	3.937 ^f ±0.035	5.155 ^f ±0.023	1.391 ^e ±0.016	1.661 ^f ±0.059
16	4.016 ^f ±0.027	5.435 ^{fg} ±0.014	1.490 ^f ±0.015	1.795 ^g ±0.023
18	3.937 ^f ±0.015	5.650 ^{gh} ±0.027	1.653 ^g ±0.009	1.835 ^{gh} ±0.018
20	4.065 ^f ±0.025	5.618 ^{gh} ±0.022	1.678 ^g ±0.055	1.880 ^{gh} ±0.030
22	4.464 ^g ±0.026	5.988 ^h ±0.014	1.808 ^h ±0.034	1.883 ^{gh} ±0.021
24	4.587 ^g ±0.016	6.993 ⁱ ±0.021	1.908 ^h ±0.012	1.961 ^h ±0.002

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

1 คือ วิธีการแบบที่ 1

2 คือ วิธีการแบบที่ 2

H คือ เก็บรักษาในสภาพข้าวเปลือก

P คือ เก็บรักษาในสภาพข้าวสาร

T คือ ทดสอบในระดับหลอกทดลอง

G ทดสอบในระดับเมล็ดเดียว

ตารางที่ 4.6 ค่าดัชนีความใหม่-เก่าของข้าวพันธุ์กข6 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่าดัชนี			
	1-H-T	1-P-T	1-H-G	1-P-G
2	0.312 ^h ±0.002	0.418 ^g ±0.001	0.186 ^h ±0.002	0.128 ^e ±0.001
4	0.319 ^h ±0.002	0.435 ^f ±0.003	0.196 ^h ±0.002	0.147 ^e ±0.001
6	0.331 ^h ±0.003	0.447 ^f ±0.001	0.224 ^g ±0.002	0.177 ^d ±0.002
8	0.405 ^g ±0.002	0.507 ^e ±0.002	0.218 ^g ±0.002	0.194 ^{cd} ±0.004
10	0.449 ^f ±0.001	0.538 ^d ±0.002	0.275 ^f ±0.001	0.201 ^{cd} ±0.001
12	0.462 ^{ef} ±0.002	0.536 ^d ±0.003	0.285 ^f ±0.001	0.212 ^c ±0.001
14	0.469 ^{de} ±0.026	0.549 ^{cd} ±0.013	0.323 ^e ±0.012	0.252 ^b ±0.024
16	0.476 ^{cde} ±0.026	0.556 ^c ±0.027	0.368 ^d ±0.020	0.255 ^b ±0.033
18	0.486 ^{cd} ±0.032	0.560 ^{bc} ±0.024	0.410 ^c ±0.019	0.273 ^{ab} ±0.030
20	0.495 ^c ±0.046	0.562 ^{bc} ±0.026	0.414 ^c ±0.011	0.272 ^{ab} ±0.029
22	0.546 ^b ±0.042	0.572 ^b ±0.031	0.441 ^b ±0.023	0.277 ^{ab} ±0.016
24	0.576 ^a ±0.018	0.593 ^a ±0.011	0.479 ^a ±0.014	0.299 ^a ±0.001
อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่าดัชนี			
	2-H-T	2-P-T	2-H-G	2-P-G
2	4.273 ^c ±0.006	2.923 ^a ±0.001	0.702 ^a ±0.002	0.798 ^a ±0.001
4	3.436 ^a ±0.002	2.314 ^d ±0.002	0.829 ^b ±0.003	0.865 ^b ±0.001
6	3.649 ^b ±0.002	2.531 ^c ±0.002	0.865 ^c ±0.002	1.003 ^c ±0.001
8	3.484 ^{ab} ±0.001	2.487 ^{bc} ±0.003	0.888 ^c ±0.002	1.114 ^d ±0.002
10	3.436 ^a ±0.002	2.433 ^b ±0.002	1.027 ^d ±0.002	1.233 ^e ±0.003
12	4.366 ^c ±0.002	2.424 ^f ±0.003	1.126 ^e ±0.001	1.488 ^f ±0.002
14	4.082 ^c ±0.009	4.202 ^e ±0.013	1.401 ^f ±0.017	1.536 ^{fg} ±0.043
16	4.132 ^c ±0.034	4.237 ^{ef} ±0.009	1.534 ^g ±0.014	1.558 ^{fg} ±0.035
18	4.739 ^d ±0.022	4.274 ^{ef} ±0.019	1.541 ^g ±0.009	1.580 ^g ±0.022
20	4.854 ^d ±0.042	4.219 ^{ef} ±0.030	1.647 ^h ±0.074	1.751 ^h ±0.025
22	4.926 ^d ±0.014	4.255 ^{ef} ±0.014	1.745 ^{hi} ±0.010	2.070 ⁱ ±0.010
24	5.051 ^d ±0.011	4.651 ^g ±0.007	1.859 ⁱ ±0.018	2.088 ⁱ ±0.002

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

1 คือ วิธีการแบบที่ 1

2 คือ วิธีการแบบที่ 2

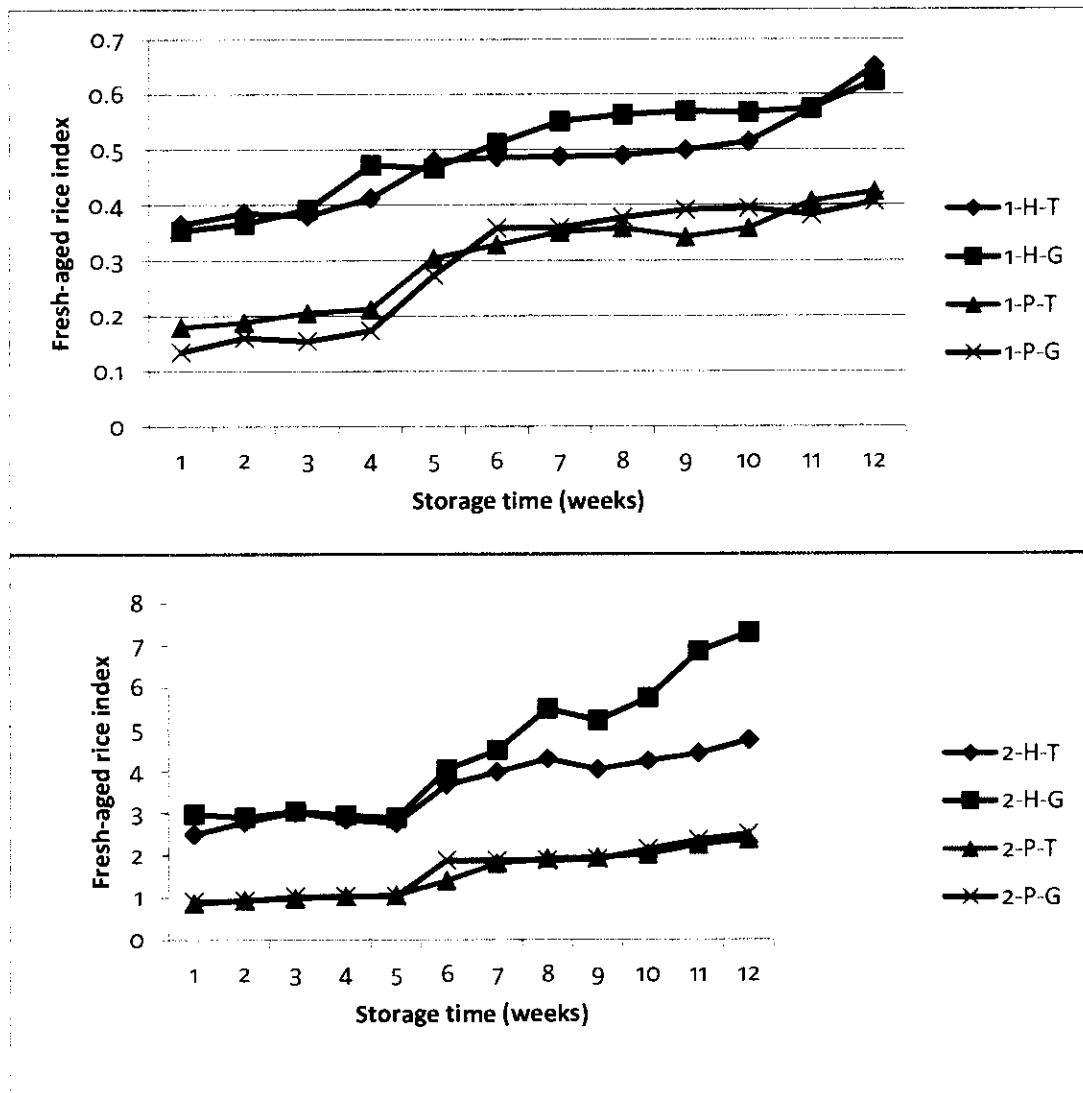
H คือ เก็บรักษาในสภาพข้าวเปลือก

P คือ เก็บรักษาในสภาพข้าวสาร

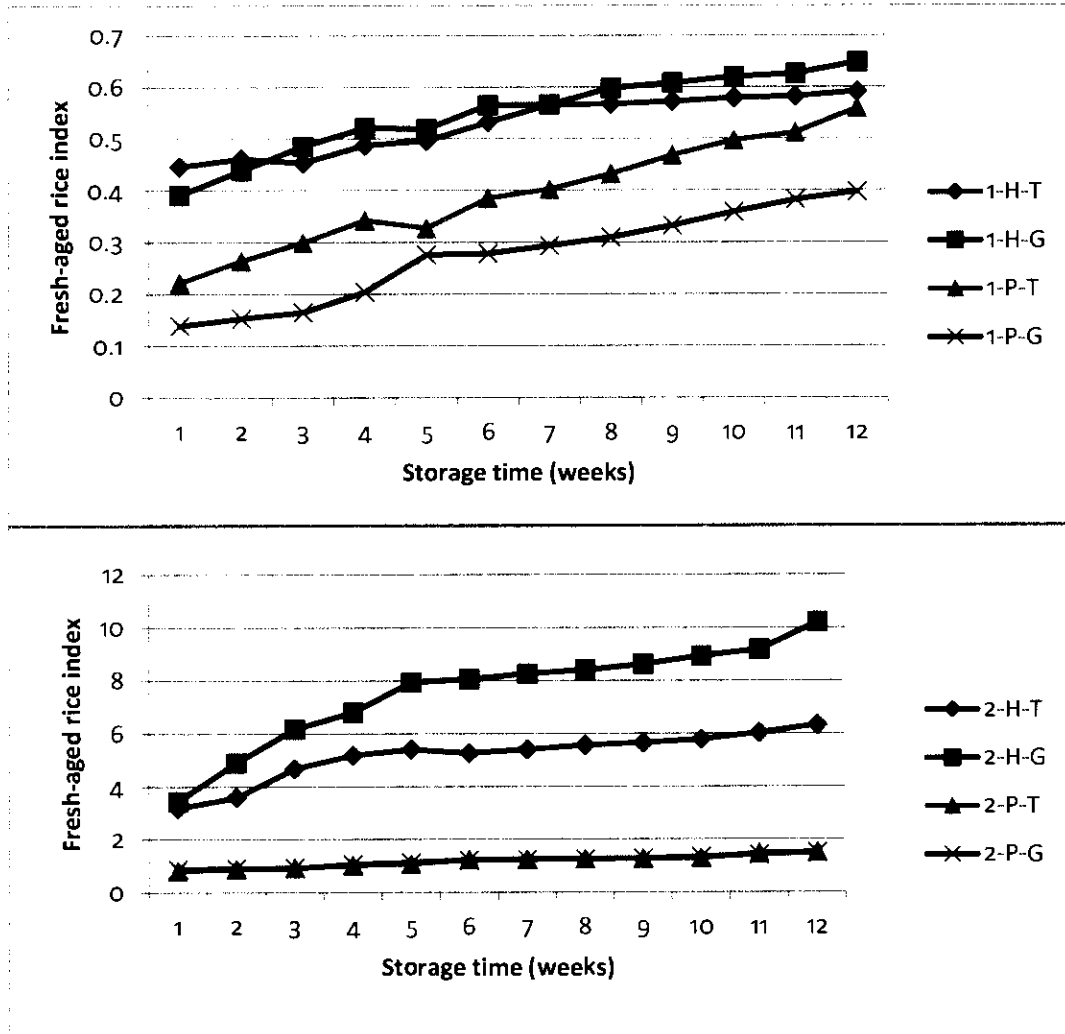
T คือ ทดสอบในระดับหลอกทดลอง

G ทดสอบในระดับเมล็ดเดียว

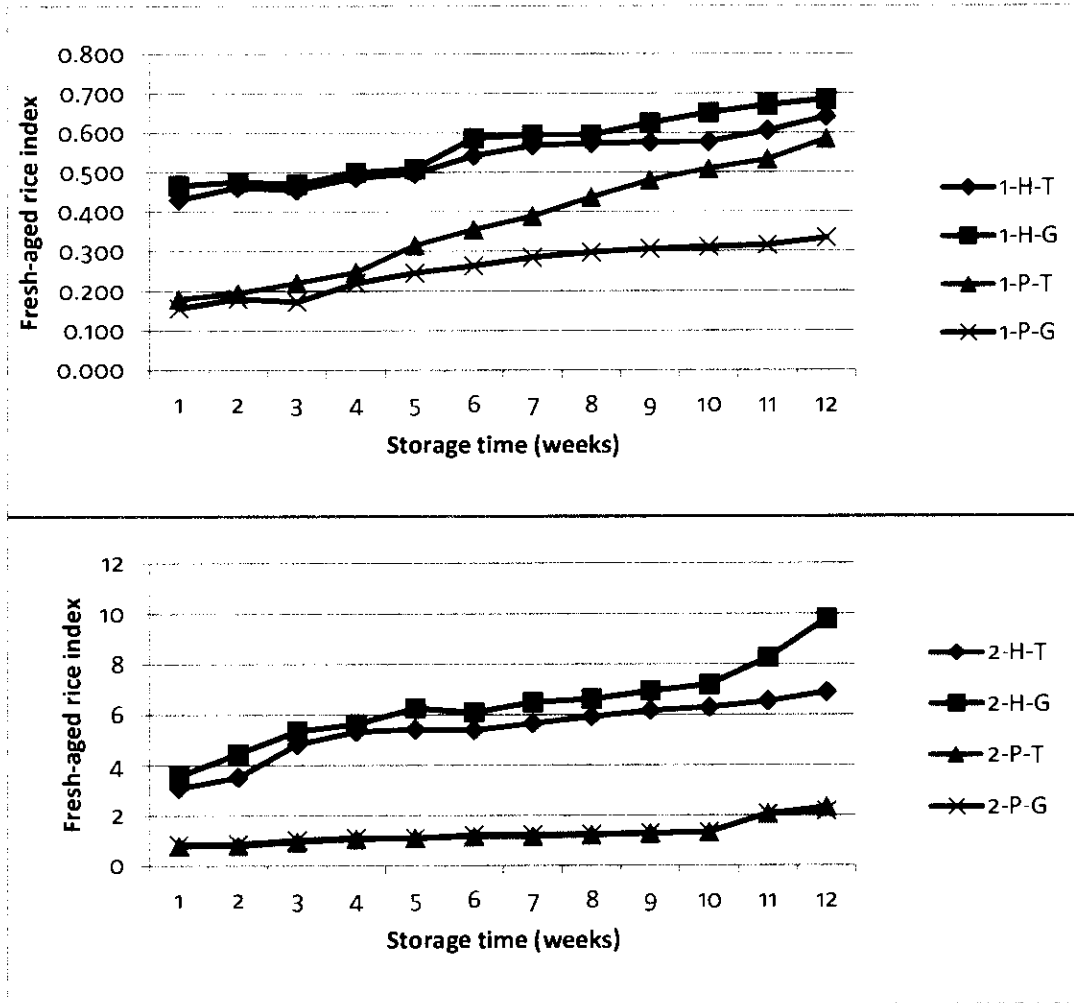
เพื่อให้มองเห็นภาพแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีความใหม่-เก่า ได้ชัดเจนขึ้น จึงนำค่ามาแสดงเป็นกราฟเส้นตรงดังภาพที่ 4.1 – 4.6 โดยภาพที่ 4.1 แสดงผลของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ภาพที่ 4.2 แสดงผลของพันธุ์ชัยนาท1 ภาพที่ 4.3 แสดงผลของพันธุ์ชัยนาท2 ภาพที่ 4.4 แสดงผลของพันธุ์พิษณุโลก 2 ภาพที่ 4.5 แสดงผลของพันธุ์สันป่าดอง และภาพที่ 4.6 แสดงผลของพันธุ์ กข6 โดยคำอธิบายของตัวอย่างที่ใช้เป็นคำอธิบายเดียวกันกับที่ได้อธิบายไว้ในตารางก่อนหน้า



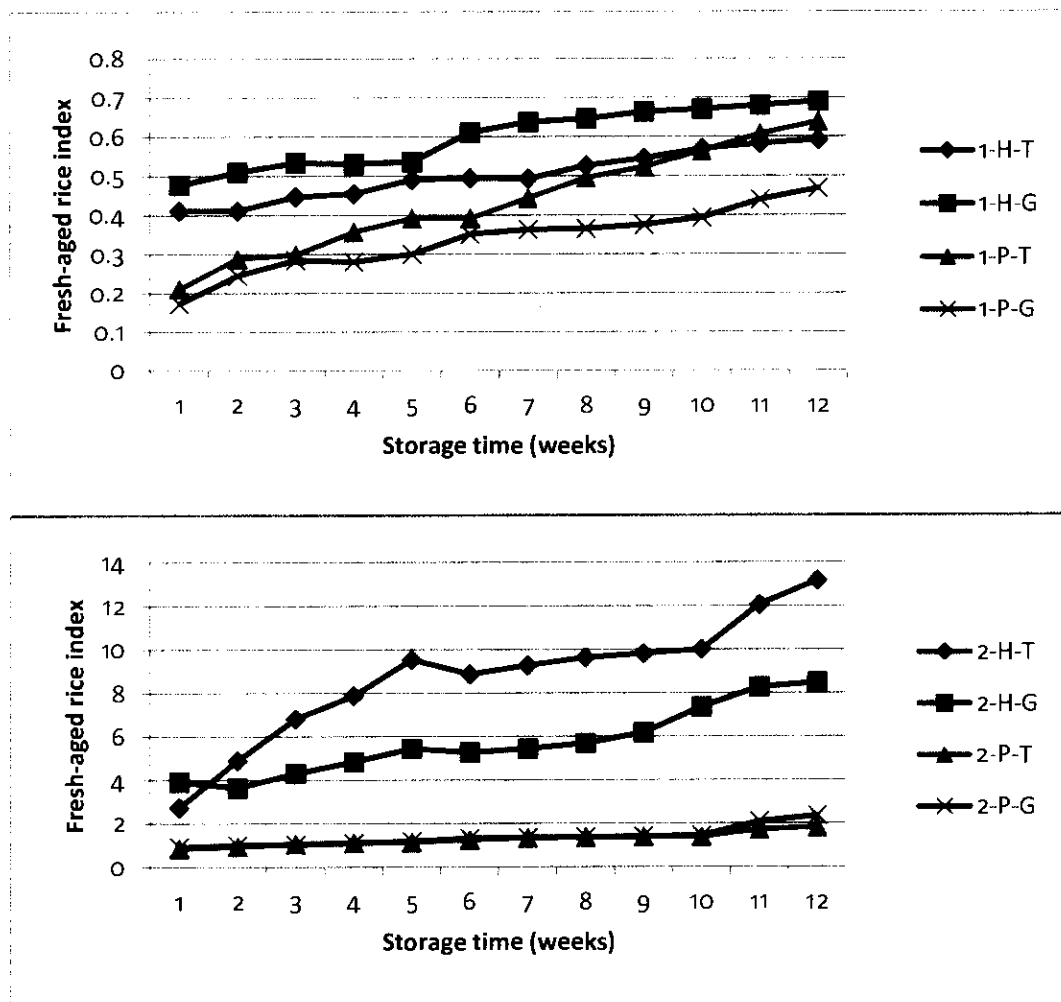
ภาพที่ 4.1 ค่าดัชนีความใหม่-เก่าของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ในรูปแบบข้าวสารและข้าวเปลือก ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้วิธีการวัดที่แตกต่างกัน



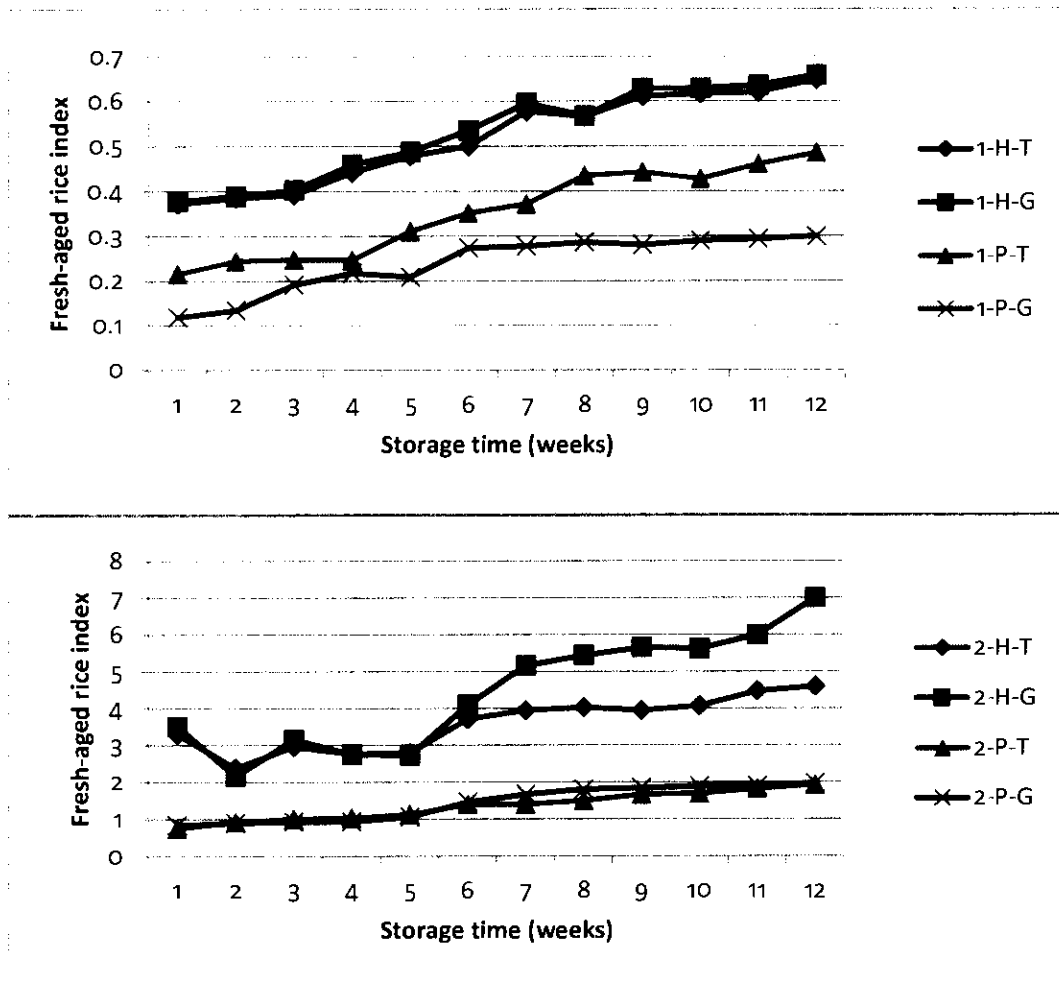
ภาพที่ 4.2 ค่าดัชนีความใหม่-เก่าของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ในรูปแบบข้าวสารและข้าวเปลือก ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้วิธีการวัดที่แตกต่างกัน



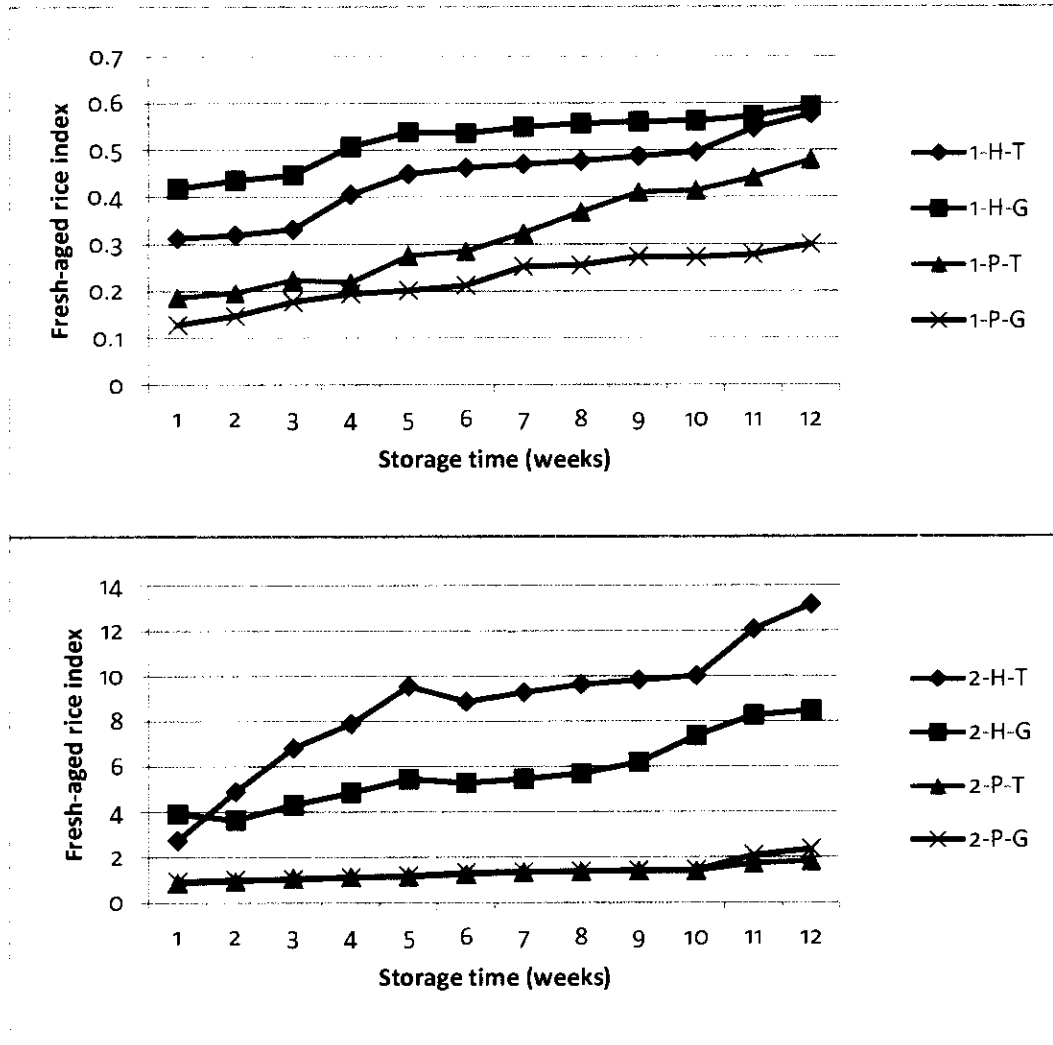
ภาพที่ 4.3 ค่าดัชนีความใหม่-เก่าของข้าวพันธุ์ชัยนาท2 ในรูปแบบข้าวสารและข้าวเปลือก ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้วิธีการวัดที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 4.4 ค่าดัชนีความใหม่-เก่าของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ในรูปแบบข้าวสารและข้าวเปลือก ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้วิธีการวัดที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 4.5 ค่าดัชนีความใหม่-เก่าของข้าวพันธุ์สันป่าดอง ในรูปแบบข้าวสารและข้าวเปลือก ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้วิธีการวัดที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 4.6 ค่าดัชนีความใหม่-เก่าของข้าวพันธุ์ข6 ในรูปแบบข้าวสารและข้าวเปลือก ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้วิธีการวัดที่แตกต่างกัน

เมื่อวิเคราะห์หาสมการถดถอยเส้นตรงของกราฟที่แสดงในภาพที่ 4.1-4.6 จะได้สมการเส้นตรงและค่า r^2 ของค่าดัชนีความใหม่-เก่าของข้าวทุกพันธุ์ที่ทำการทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 4.7-4.12 โดยตัวย่อที่แสดงสภาวะการทดสอบและการเก็บรักษาตัวอย่าง จะเหมือนกันกับที่ได้อธิบายไปก่อนหน้านี้แล้ว

ตารางที่ 4.7 สมการถดถอยและ r^2 ของกราฟค่าดัชนีความใหม่-เก่า ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105

สภาวะการเก็บ/วิธีทดสอบ	สมการถดถอย	r^2
1-H-T	$y=0.021x+0.334$	0.89
1-P-T	$y=0.024x+0.344$	0.92
1-H-G	$y=0.023x+0.155$	0.92
1-P-G	$y=0.028x+0.113$	0.86
2-H-T	$y=0.206x+2.262$	0.90
2-P-T	$y=0.425x+1.720$	0.90
2-H-G	$y=0.151x+0.555$	0.95
2-P-G	$y=0.158x+0.587$	0.91

ตารางที่ 4.8 สมการถดถอยและ r^2 ของกราฟค่าดัชนีความใหม่-เก่า ข้าวพันธุ์ชัยนาท1

สภาวะการเก็บ/วิธีทดสอบ	สมการถดถอย	r^2
1-H-T	$y=0.014x+0.431$	0.93
1-P-T	$y=0.021x+0.409$	0.94
1-H-G	$y=0.029x+0.204$	0.99
1-P-G	$y=0.024x+0.114$	0.97
2-H-T	$y=0.235x+3.636$	0.82
2-P-T	$y=0.499x+4.327$	0.88
2-H-G	$y=0.061x+0.760$	0.95
2-P-G	$y=0.055x+0.803$	0.97

ตารางที่ 4.9 สมการถดถอยและ r^2 ของกราฟค่าดัชนีความใหม่-เก่า ข้าวพันธุ์ชัยนาท2

สภาวะการเก็บ/วิธีทดสอบ	สมการถดถอย	r^2
1-H-T	$Y=0.018x+0.416$	0.96
1-P-T	$Y=0.022x+0.425$	0.96
1-H-G	$Y=0.038x+0.117$	0.99
1-P-G	$Y=0.016x+0.148$	0.95
2-H-T	$Y=0.299x+3.463$	0.88
2-P-T	$Y=0.433x+3.568$	0.91
2-H-G	$Y=0.114x+0.507$	0.76
2-P-G	$Y=0.102x+0.614$	0.77

ตารางที่ 4.10 สมการถดถอยและ r^2 ของกราฟค่าดัชนีความใหม่-เก่า ข้าวพันธุ์พิษณุโลก2

สภาวะการเก็บ/วิธีทดสอบ	สมการถดถอย	r^2
1-H-T	$y=0.017x+0.389$	0.98
1-P-T	$y=0.020x+0.466$	0.94
1-H-G	$y=0.037x+0.193$	0.99
1-P-G	$y=0.022x+0.190$	0.94
2-H-T	$y=0.741x+3.890$	0.87
2-P-T	$y=0.423x+2.976$	0.92
2-H-G	$y=0.075x+0.774$	0.93
2-P-G	$y=0.106x+0.678$	0.79

ตารางที่ 4.11 สมการถดถอยและ r^2 ของกราฟค่าดัชนีความใหม่-เก่า ข้าวพันธุ์สันป่าดอง

สภาวะการเก็บ/วิธีทดสอบ	สมการถดถอย	r^2
1-H-T	$y=0.027x+0.336$	0.96
1-P-T	$y=0.028x+0.347$	0.95
1-H-G	$y=0.026x+0.181$	0.95
1-P-G	$y=0.016x+0.132$	0.85
2-H-T	$y=0.171x+2.416$	0.78
2-P-T	$y=0.398x+1.847$	0.84
2-H-G	$y=0.105x+0.657$	0.99
2-P-G	$y=0.122x+0.624$	0.91

ตารางที่ 4.12 สมการถดถอยและ r^2 ของกราฟค่าดัชนีความใหม่-เก่า ข้าวพันธุ์ กข6

สภาวะการเก็บ/วิธีทดสอบ	สมการถดถอย	r^2
1-H-T	$y=0.023x+0.294$	0.93
1-P-T	$y=0.015x+0.425$	0.87
1-H-G	$y=0.028x+0.135$	0.98
1-P-G	$y=0.015x+0.125$	0.96
2-H-T	$y=0.134x+3.327$	0.65
2-P-T	$y=0.225x+1.948$	0.73
2-H-G	$y=0.110x+0.547$	0.97
2-P-G	$y=0.117x+0.659$	0.97

จากผลการทดลองโดยภาพรวมจะพบว่าวิธีทดสอบทั้งวิธีแบบที่ 1 และ วิธีแบบที่ 2 สามารถบ่งบอกความเก่าของข้าวได้ ดังจะเห็นได้จากตาราง 4.1 – 4.6 และกราฟ 4.1-4.6 ที่แสดงให้เห็นว่าค่าดัชนีความใหม่-เก่า ซึ่งได้จากการวัดค่าการดูดกลืนแสง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยจะพบการเปลี่ยนแปลงในทุก ๆ สภาวะการเก็บรักษา ไม่ว่าจะเก็บในสภาพข้าวเปลือกหรือข้าวสาร

อย่างไรก็ดีเมื่อพิจารณาผลจากแต่ละวิธีจะพบว่าวิธีแบบที่ 1 ซึ่งใช้หลักการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ จะมีประสิทธิภาพดีกว่า มีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า ดังจะเห็นได้จากเส้นกราฟที่มีความชันคงที่และมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่กราฟจากวิธีทดสอบแบบที่ 2 แม้ว่าแนวโน้มของกราฟจะเพิ่มขึ้น แต่ผลการทดลองให้ค่าไม่สม่ำเสมอ ซึ่งอาจจะทำให้เกิดความผิดพลาดในกรณีนำไปใช้ในทางปฏิบัติ อย่างไรก็ตามผลการทดลองพบว่าชุดทดสอบทั้งสองแบบ ใช้ได้ผลดีกับตัวอย่างที่เก็บในสภาพข้าวเปลือกและทำการทดสอบในหลอดทดลอง ดังจะเห็นได้จากค่าการดูดกลืนแสงหรือค่าความเก่า มีค่าสูงกว่าการเก็บแบบอื่น ๆ โดยเฉพาะเมื่อใช้ชุดทดสอบแบบที่ 1 จะเห็นชัดเจนมาก นอกจากนี้ยังพบว่าค่าการเปลี่ยนแปลงดัชนีความใหม่-เก่า จะมีความสม่ำเสมอสำหรับตัวอย่างข้าวเจ้ามากกว่าข้าวเหนียว

ผลการทดลองดังกล่าวข้างต้นสามารถยืนยันโดยผลจากการวิเคราะห์สมการถดถอยเส้นตรง ซึ่งจะเห็นว่าชุดทดสอบแบบที่ 1 จะให้ค่า r^2 สูงกว่าแบบที่ 2 โดยเฉพาะผลจากตัวอย่างที่เก็บในสภาพข้าวเปลือกและทำการทดสอบในหลอดทดลองจะให้ค่า r^2 สูงกว่าการทดสอบในสภาวะอื่น ๆ

สาเหตุที่ทำให้การทดสอบได้ผลดังที่แสดงไปก่อนหน้านี้ คือวิธีทดสอบแบบที่ 1 ให้ผลดีกว่าวิธีทดสอบแบบที่ 2 และการทดสอบในตัวอย่างข้าวที่เก็บแบบข้าวเปลือกจะให้ผลดีกว่าการทดสอบในตัวอย่างข้าวที่เก็บแบบข้าวสาร จำเป็นต้องเข้าใจกลไกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการเก็บรักษาข้าว และหลักการของแต่ละวิธีที่ใช้ในการทดสอบ

วิธีการทดสอบแบบที่ 1 ใช้กลไกการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ซึ่งจะสัมพันธ์กับปริมาณของกรดที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของลิพิดในข้าว ในขณะที่วิธีทดสอบแบบที่ 2 อาศัยการเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมของเอ็นไซม์เพอร์ออกซิเดส ซึ่งจะเสื่อมสภาพไปตามระยะเวลาการเก็บรักษา

ลิพิดในข้าวปกติจะมีความเสถียรในสภาพที่อยู่ใน spherosomes ของเซลล์ อย่างไรก็ตามในกรณีที่เซลล์ถูกทำให้เสื่อมสภาพ ไม่ว่าจะเป็นจากอุณหภูมิสูง การทำให้เสื่อมสภาพทางกายภาพ เช่นการขัดสี กะเทาะเปลือก หรือโดยเอ็นไซม์ ปฏิกริยาการย่อยสลายลิพิดจะเกิดขึ้นทันทีโดยเอ็นไซม์ไลเปส กระบวนการสำคัญของการเปลี่ยนแปลงของลิพิดที่เกิดขึ้นระหว่างการเก็บรักษามี 2 กระบวนการ ได้แก่การย่อยสลายของลิพิด (lipid hydrolysis) เกิดเป็นกรดไขมันอิสระ และปฏิกริยาออกซิเดชันของลิพิดรวมถึงออกซิเดชันของกรดไขมันอิสระ เกิดเป็น hydro-

peroxides (Zhou *et al.*, 2002) กระบวนการดังกล่าวก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของลิปิดซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของข้าวหลายประการ ที่สำคัญคือการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมัน โดยจะมีปริมาณของกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นอย่างมาก กรดไขมันโอเลอิก และลิโนเลอิกเป็นกรดไขมันที่พบมากในลิปิดของข้าว โดยปริมาณของกรดไขมันดังกล่าวในส่วนของ neutral lipid fraction จะลดลงและไปเพิ่มในส่วนของกรดไขมันอิสระ (Deka *et al.*, 2000; Dhaliwal *et al.*, 1991; Nishiba *et al.*, 2000) นอกจากนั้นยังทำให้ไตรกลีเซอไรด์แตกตัว ซึ่งนอกจากจะเกิดกรดไขมันอิสระแล้วยังทำให้ค่าเพอร์ออกไซด์และปริมาณคาร์บอนิลเพิ่มขึ้น ค่า pH ของน้ำที่ใช้หุงข้าวจะลดลง โดยค่าเพอร์ออกไซด์ ปริมาณกรดไขมันอิสระและปริมาณของคาร์บอนิล ถูกนำไปใช้เป็นตัวชี้บ่งบอกระยะเวลาการเก็บรักษาข้าว (Suzuki *et al.*, 1996)

ในส่วนของเอ็นไซม์เพอร์ออกซิเดส ในสภาพที่มีออกซิเจน reactive oxygen species (ROS) จะเกิดขึ้นในเมล็ดข้าว ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการศึกษาออกซิเดชันของกรดไขมันระหว่างการเก็บรักษา โดย ROS จะเป็นตัวการสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้เซลล์สิ่งมีชีวิตเสื่อมสภาพ ซึ่งปรากฏการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นในเมล็ดข้าวระหว่างการเก็บรักษาด้วย อย่างไรก็ตามเซลล์สิ่งมีชีวิตจะมีกลไกในการยับยั้ง ROS ตามธรรมชาติ ซึ่งสารตามธรรมชาติที่ช่วยยับยั้ง ROS อาจเป็นได้ทั้งเอ็นไซม์และไม่ใช่นเอ็นไซม์ (Nandi *et al.*, 1997; Ohita *et al.*, 1990; Suzuki *et al.*, 1999; Zhou *et al.*, 2002) เพอร์ออกซิเดสที่มีอยู่ในเมล็ดข้าวเป็นเอ็นไซม์ที่สำคัญตัวหนึ่งที่มีส่วนในการยับยั้ง ROS โดยระหว่างการเก็บรักษากิจกรรมของเพอร์ออกซิเดสที่ลดลงจะบ่งบอกการเสื่อมสภาพของเมล็ดข้าวได้ (Nandi *et al.*, 1997) การวัดกิจกรรมของเพอร์ออกซิเดส จึงสามารถใช้บ่งบอกอายุการเก็บรักษาข้าวได้ แต่อย่างไรก็ตามการวัดกิจกรรมของเพอร์ออกซิเดสแบบ *in vitro* โดยใช้ spectrophotometer มีขั้นตอนที่ซับซ้อนและใช้เวลานาน จึงไม่เหมาะแก่การนำไปใช้ในเชิงอุตสาหกรรม ดังนั้นในทางปฏิบัติอาจใช้วิธีการทำให้เกิดสีและเปรียบเทียบกลับไปเป็นกิจกรรมของเอ็นไซม์ (Chen & Chen, 2003)

สภาพการเก็บรักษาของข้าวทุกพันธุ์ในการศึกษานี้เก็บในสภาพอุณหภูมิห้องของโกดังในโรงสีที่เข้าร่วมโครงการ ในจังหวัดพิษณุโลก ซึ่งอุณหภูมิเฉลี่ยสูงประมาณ 25-30 องศาเซลเซียส อาจไปกระตุ้นให้เกิดกลไกการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ แม้ว่า จะเก็บข้าวในสภาพข้าวเปลือก ทำให้การทดสอบไม่ว่าจะเป็นแบบที่ 1 หรือแบบที่ 2 ได้ผลดีกับข้าวที่เก็บแบบข้าวเปลือก

ในขณะที่เดียวกันข้าวที่เก็บแบบข้าวสาร เป็นข้าวขัดขาวซึ่งได้ขัดเอาส่วนที่เป็นลิปิดและเอ็นไซม์บางชนิดที่มักพบมากในชั้นรำหรือชั้นนอกสุดของข้าวออกไปแล้ว ทำให้พบการเปลี่ยนแปลงลิปิดน้อยกว่าจึงให้ผลทดสอบที่ชัดเจนน้อยกว่า

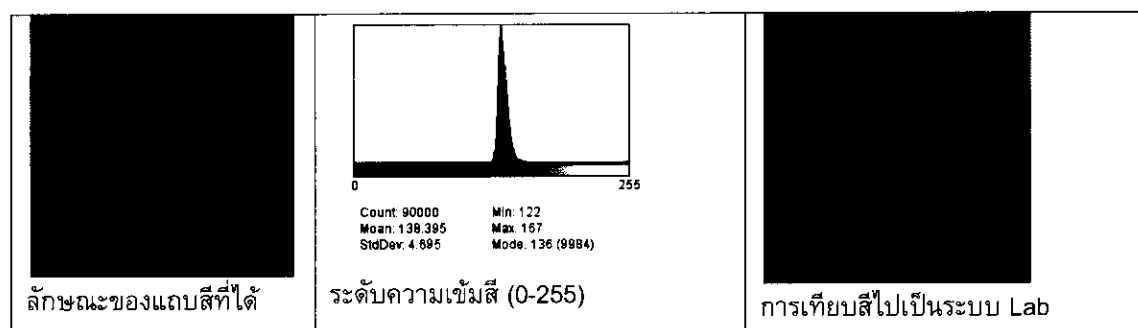
ในการทดลองนี้ยังพบอีกว่าวิธีการแบบที่ 1 จะให้ผลในภาพรวมดีกว่าแบบที่ 2 แสดงให้เห็นว่ากลไกการเปลี่ยนแปลงของลิปิดมีความเด่นชัดและเหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวชี้บ่งบอกระยะเวลาการเก็บรักษาของข้าว

การใช้กลไกการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอ็นไซม์เพอร์ออกซิเดสสำหรับวิธีการแบบที่ 2 ในการทดลองนี้ก็พบว่าให้ผลที่ดี มีการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีความใหม่-เก่าของข้าวชัดเจน แม้ว่าจะมีอัตราการเพิ่มขึ้นน้อยกว่าวิธีการแบบที่ 1 ซึ่งอาจเกิดจากข้อจำกัดในเรื่องการทดสอบ ในการทดลองนี้ไม่ได้วัดกิจกรรมของเอ็นไซม์โดยตรง เนื่องจากมีความยุ่งยากและซับซ้อน แต่ใช้วิธีการวัดสีที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมของเอ็นไซม์ และเทียบไปเป็นความใหม่-เก่าของข้าว ตามวิธีการที่เสนอไว้โดย Chen & Chen (2003) เพื่อให้มีความง่ายในทางปฏิบัติ จึงอาจมีข้อผิดพลาดจากการอ่านสีที่ใกล้เคียงกันมากของตัวอย่างที่เก็บรักษาไว้ในระยะเวลาใกล้เคียงกัน

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้งานจริงในอุตสาหกรรม คือการใช้การทดสอบแบบที่ 1 โดยการใช้สารละลายอินดิเคเตอร์ และทำการทดสอบแบบในหลอดทดลอง จะมีความแม่นยำและเหมาะสมต่อการนำไปใช้งานมากที่สุด

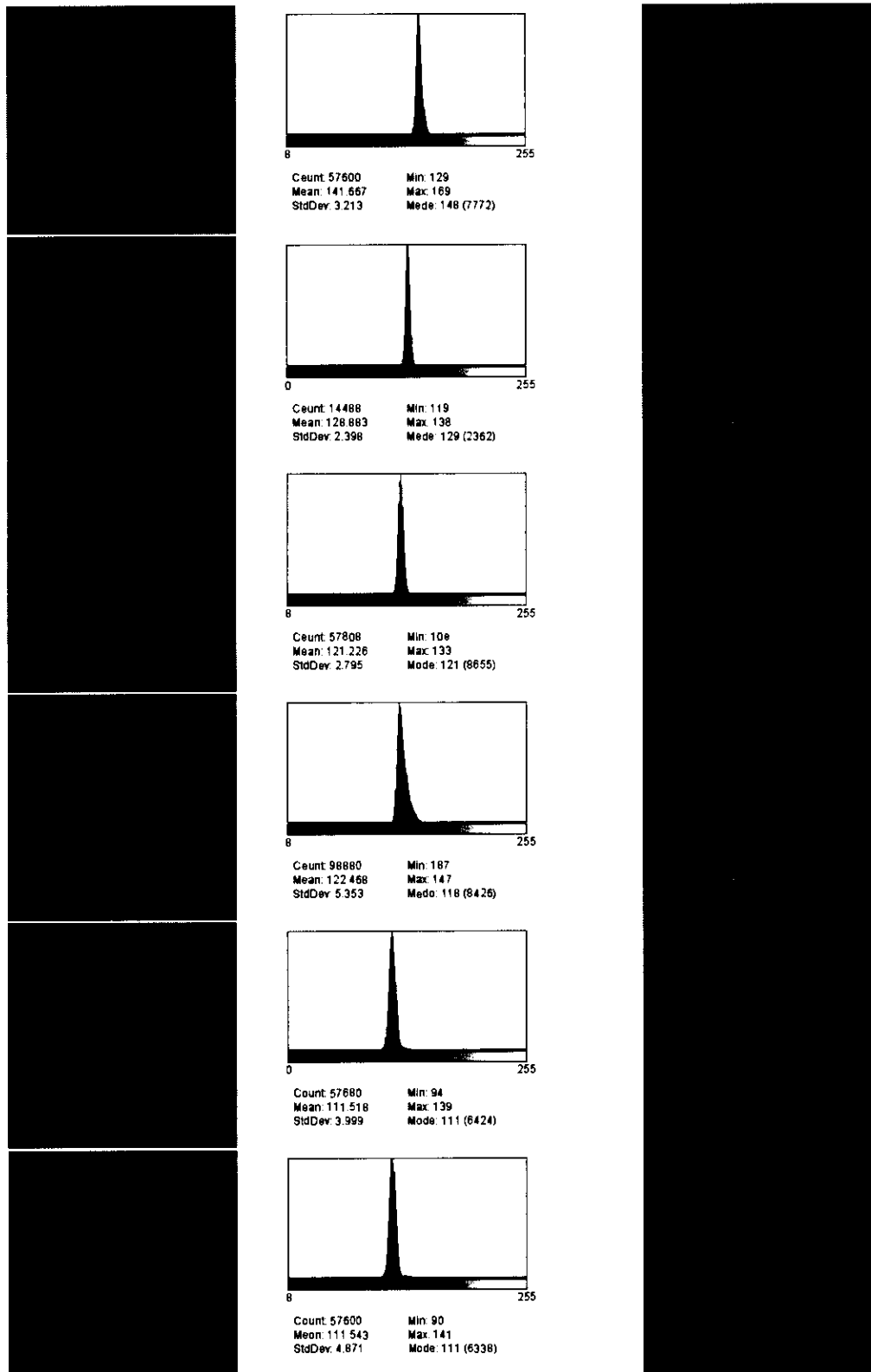
4.2 การพัฒนาแถบสีสำหรับวัดความใหม่-เก่าของข้าว

จากผลการทดลองในตอนก่อนหน้านี้ ได้ทำการถ่ายภาพสีของสารละลายที่ใช้ตรวจสอบไม่ว่าจะเป็นวิธีการแบบที่ 1 และแบบที่ 2 ที่เกิดขึ้นระหว่างการทดสอบกับตัวอย่างข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดสอบ คือ 6 เดือน จากนั้นนำมาวิเคราะห์หาค่าความเข้มของสี (ในระบบสี RGB) และเทียบสีไปเป็นระบบ Lab โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ภาพ ImageJ จะทำให้ได้แถบสีที่สามารถนำไปพัฒนาต่อเป็นแถบวัดสีสำหรับวัดความใหม่-เก่าของข้าวได้ ตัวอย่างภาพและการอธิบายภาพแสดงได้ดังภาพที่ 4.7 และผลการวิเคราะห์ภาพของข้าวทุกพันธุ์ดังแสดงในภาพที่ 4.8 – 4.31 โดยในส่วนของตารางที่ 4.13-4.18 จะแสดงค่าเฉลี่ยของความเข้มสีที่ได้จากการวิเคราะห์ภาพด้วย ImageJ ในเชิงปริมาณ

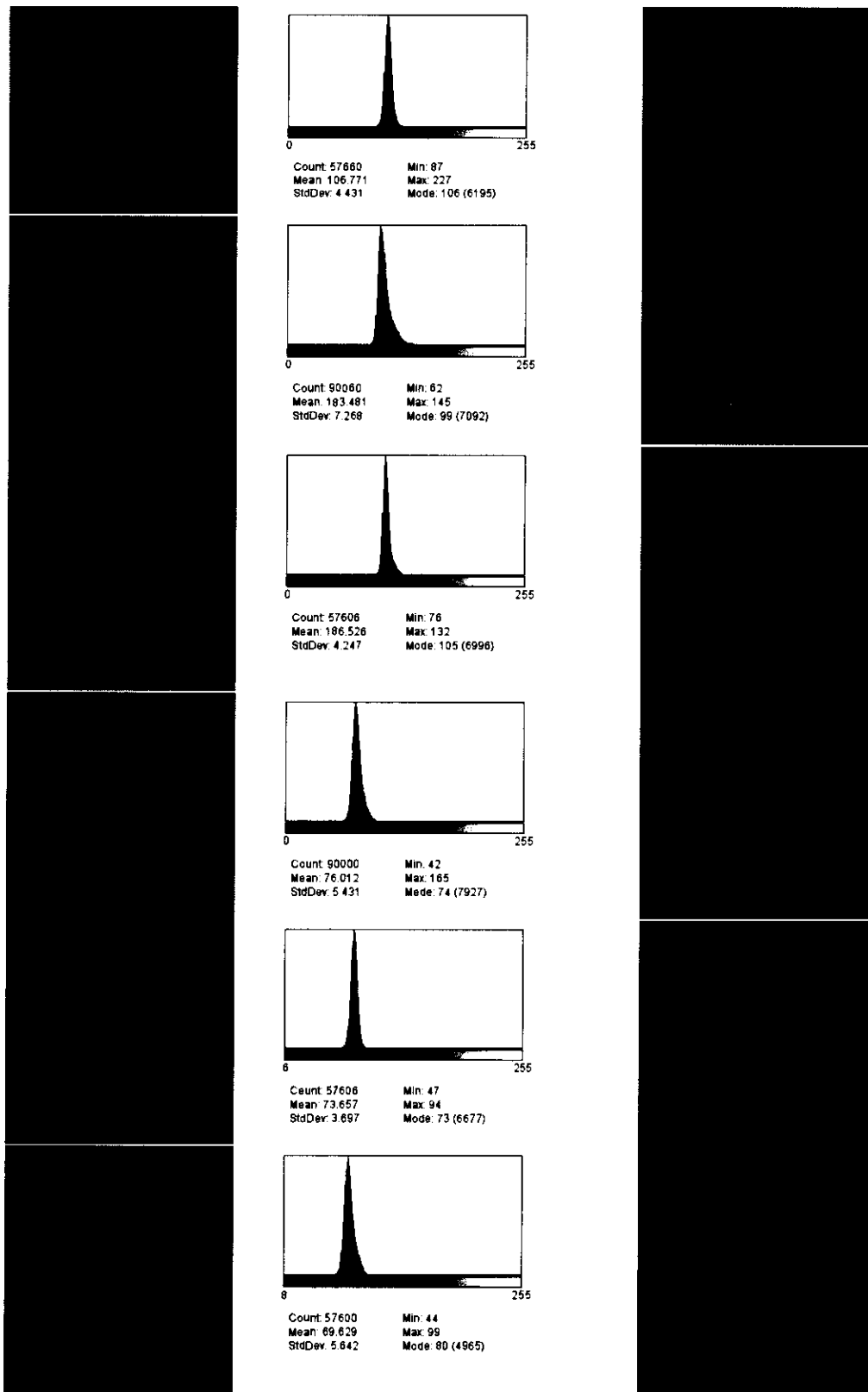


ภาพที่ 4.7 ตัวอย่างภาพแถบสีและการอธิบายภาพที่ได้ จากการถ่ายภาพสีของสารละลายที่ใช้

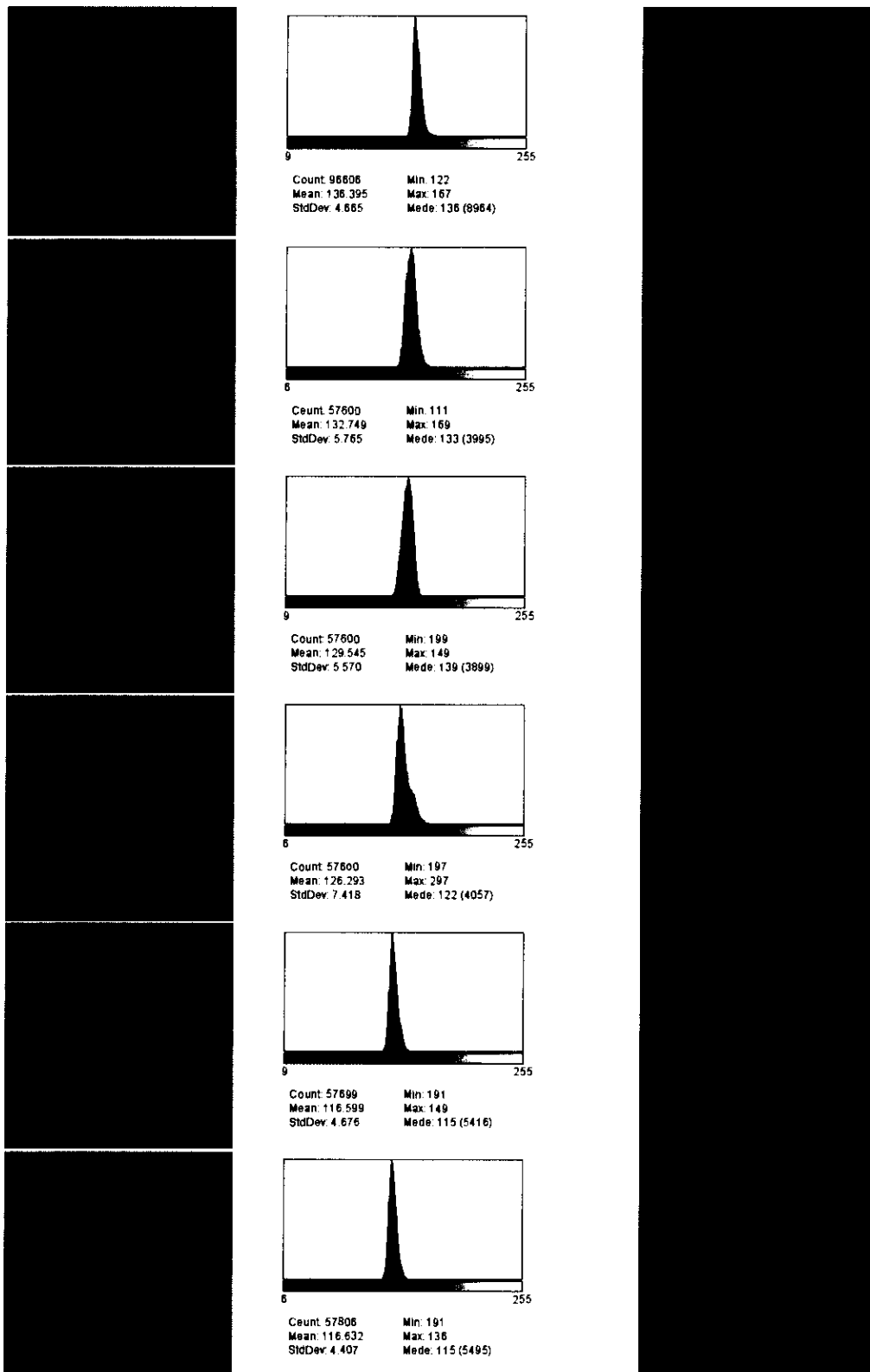
ทดสอบ (ภาพถ่าย) การวัดความเข้มสีตามระบบ RGB (ค่า 0-255) (ภาพกลาง) และการแปลงค่าไปเป็นระบบ Lab (ภาพขวา) โดยใช้โปรแกรม ImageJ (รายละเอียดการวิเคราะห์อธิบายไว้ในภาคผนวก ก.)



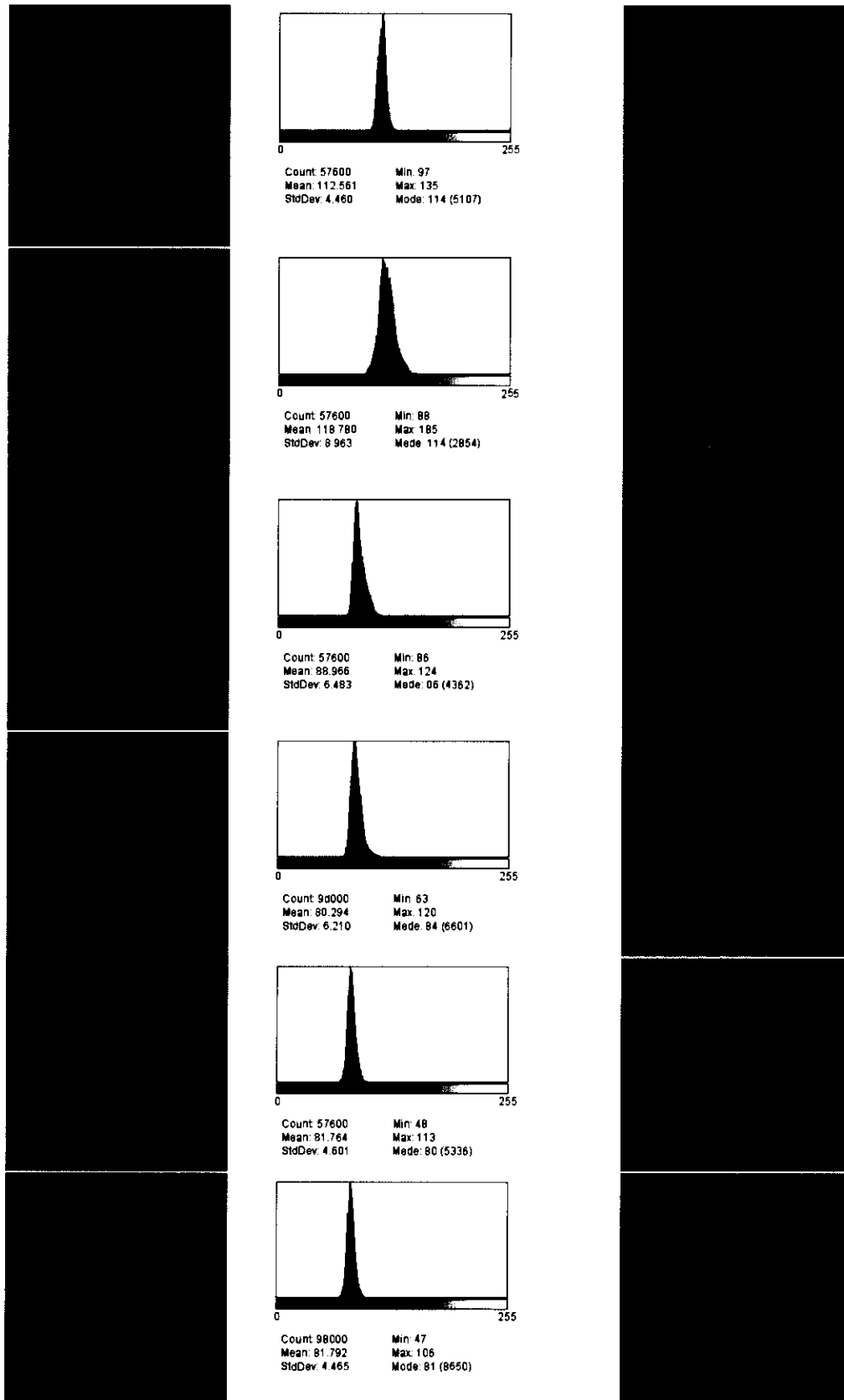
ภาพที่ 4.8 ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-H-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



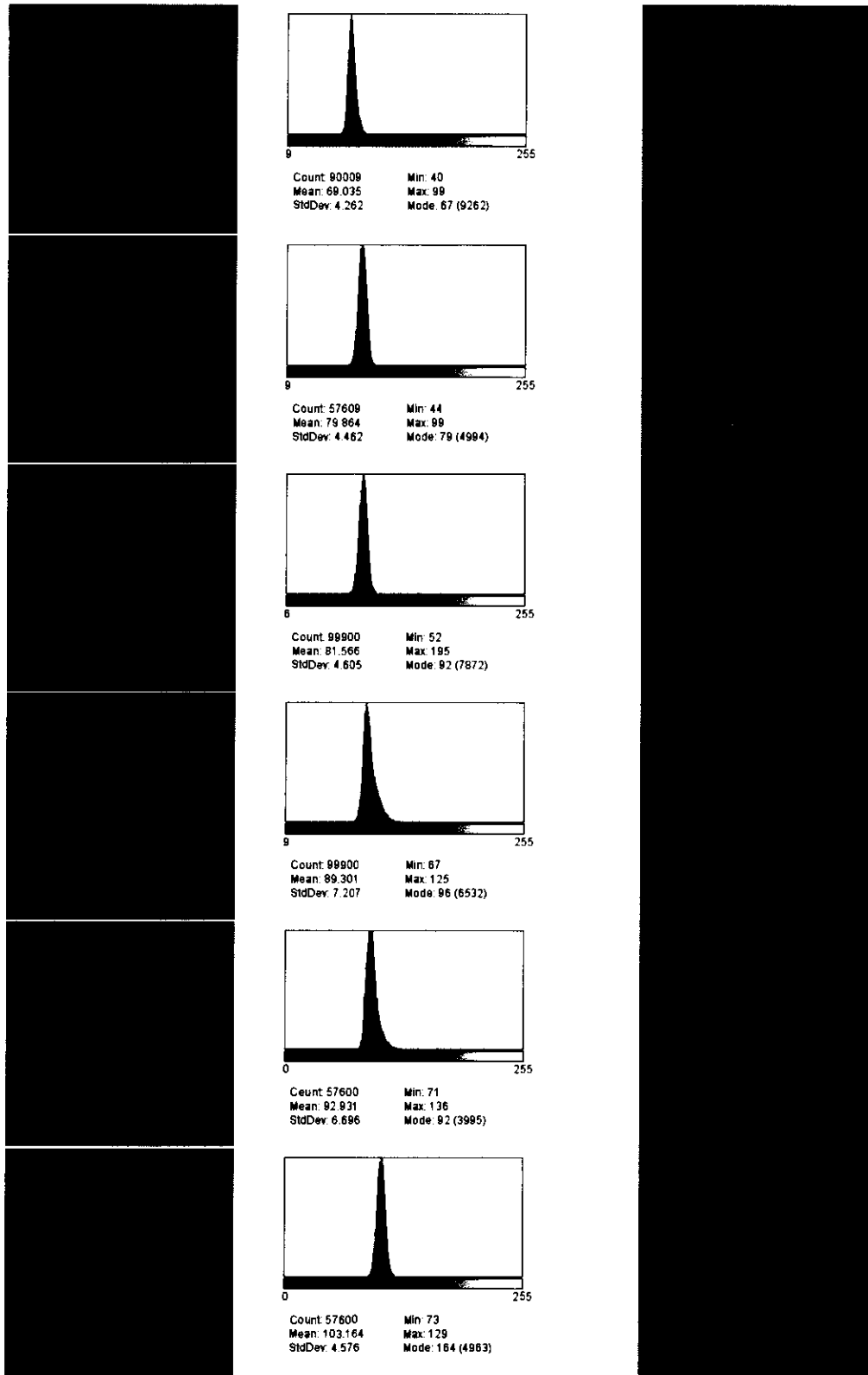
ภาพที่ 4.8 (ต่อ) ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าว
ดอกมะลิ 105 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-H-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



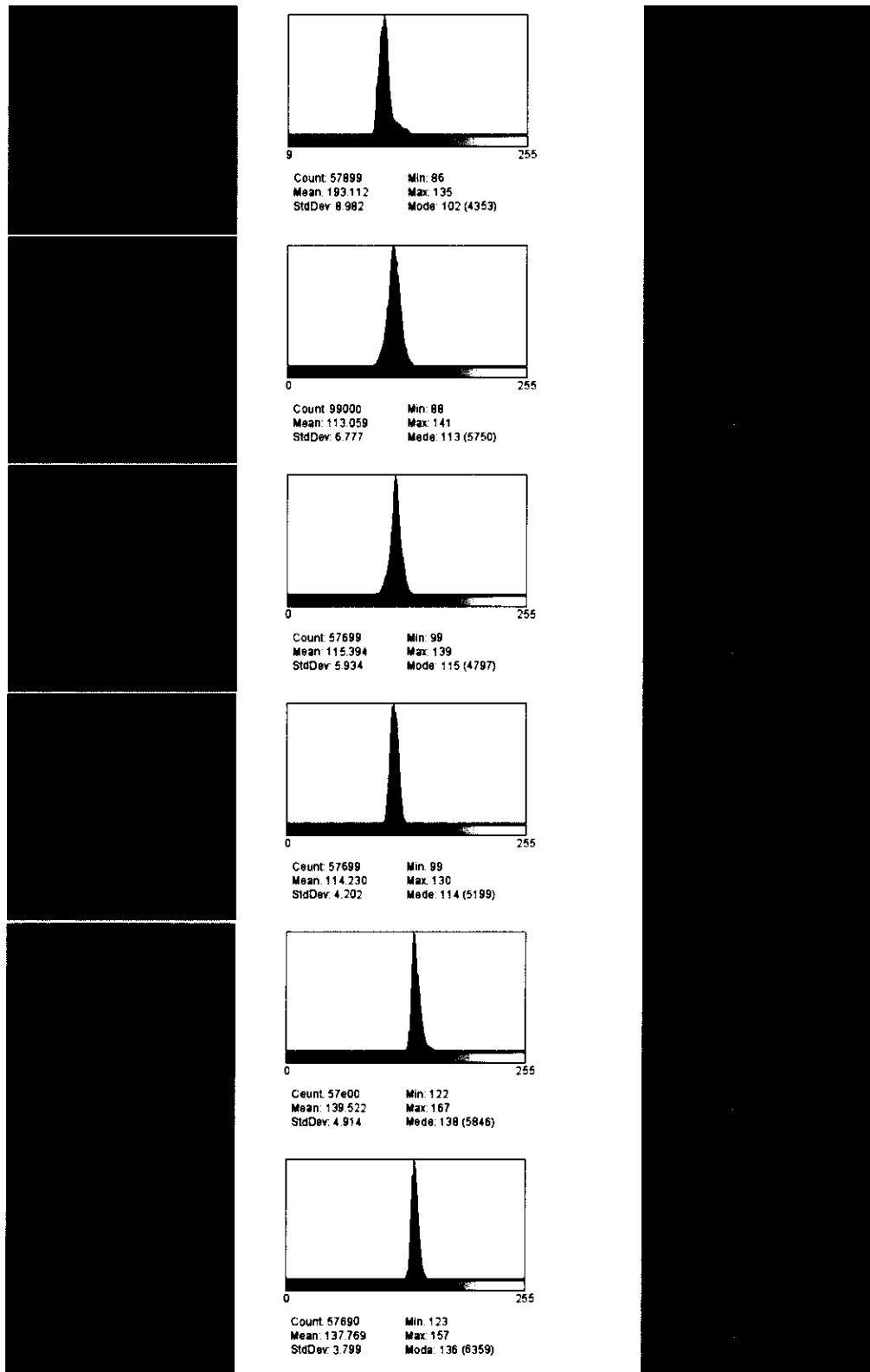
ภาพที่ 4.9 ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-P-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



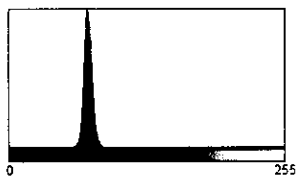
ภาพที่ 4.9(ต่อ) ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-P-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



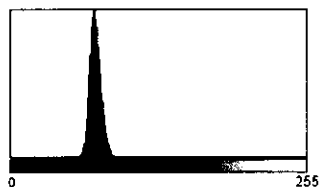
ภาพที่ 4.10 ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 2-H-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



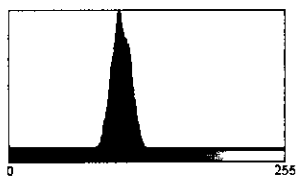
ภาพที่ 4.10(ต่อ) ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 2-H-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



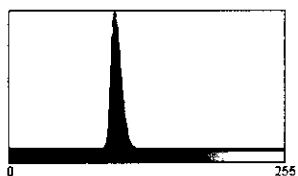
Count: 57600 Min: 48
Mean: 72.771 Max: 99
StdDev: 3.999 Med: 72 (6191)



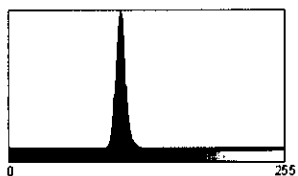
Count: 90000 Min: 47
Mean: 72.616 Max: 97
StdDev: 4.920 Med: 72 (7605)



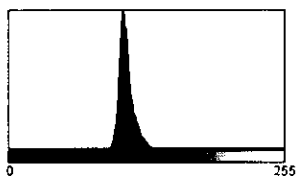
Count: 57600 Min: 62
Mean: 103.458 Max: 128
StdDev: 9.265 Med: 102 (2718)



Count: 57666 Min: 82
Mean: 88.358 Max: 121
StdDev: 4.760 Med: 97 (5032)

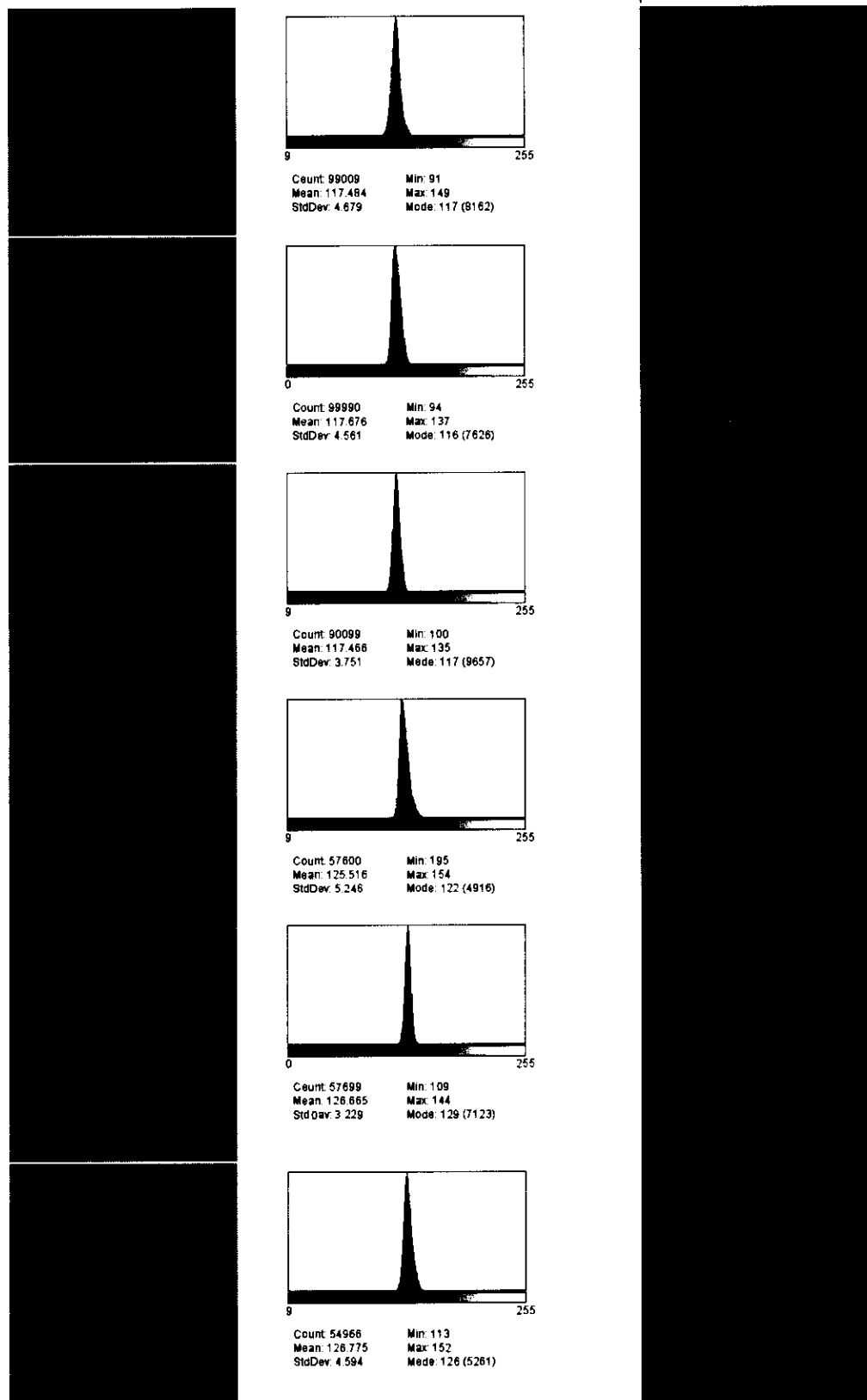


Count: 57660 Min: 85
Mean: 103.358 Max: 127
StdDev: 4.570 Med: 103 (5351)



Count: 57660 Min: 87
Mean: 108.265 Max: 137
StdDev: 6.430 Med: 105 (4428)

ภาพที่ 4.11 ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์
ขาวดอกมะลิ105 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 2-P-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



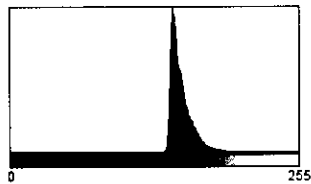
ภาพที่ 4.11(ต่อ) ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าว

พันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 2-P-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)

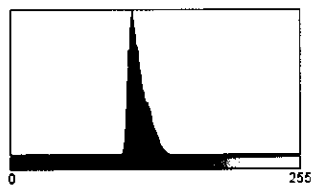
ตารางที่ 4.13 ค่าความชื้นของภาพที่ได้จากพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105

อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่าความชื้น			
	1-H-T	1-P-T	2-H-T	2-P-T
2	145.95 ^a ±3.73	134.74 ^a ±2.78	66.68 ⁱ ±3.17	73.21 ^g ±0.84
4	121.97 ^b ±1.09	128.50 ^b ±1.09	74.40 ^h ±4.83	83.77 ^f ±2.23
6	121.94 ^b ±0.09	125.06 ^b ±1014	85.08 ^g ±3033	95.40 ^e ±3.42
8	121.06 ^b ±0.49	118.26 ^c ±0.87	96.21 ^f ±2098	102.85 ^d ±0.85
10	117.70 ^b ±1.54	116.62 ^c ±0.01	97.59 ^f ±2.06	105.36 ^d ±2.58
12	111.64 ^c ±1.00	115.23 ^c ±4.57	101.77 ^{ef} ±2.46	111.52 ^c ±2.85
14	103.07 ^d ±0.39	108.18 ^d ±0.30	106.54 ^{de} ±3.10	117.42 ^b ±2.01
16	102.66 ^d ±4.21	105.17 ^d ±2.65	110.37 ^{cd} ±2.38	117.91 ^b ±0.76
18	92.70 ^e ±0.21	91.85 ^e ±1.82	112.66 ^c ±3.85	124.37 ^a ±3.92
20	72.84 ^f ±0.82	88.99 ^e ±0.41	122.11 ^b ±1.82	125.60 ^a ±1.17
22	65.99 ^g ±3.33	80.91 ^f ±0.73	129.95 ^a ±0.74	125.85 ^a ±2.51
24	54.46 ^h ±3.45	74.24 ^g ±3.41	132.57 ^a ±4.57	126.73 ^a ±3.80

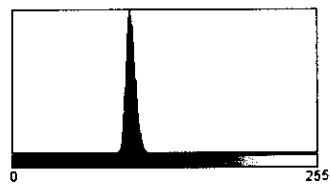
หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



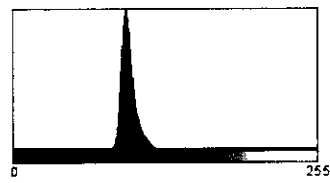
Count: 90000 Min: 131
Mean: 151.205 Max: 201
StdDev: 9.360 Mode: 144 (6871)



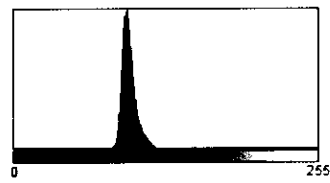
Count: 90000 Min: 94
Mean: 112.650 Max: 146
StdDev: 7.803 Mode: 107 (5887)



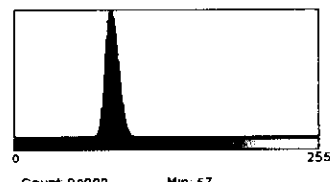
Count: 90000 Min: 82
Mean: 99.081 Max: 121
StdDev: 3.873 Mode: 98 (9597)



Count: 90000 Min: 75
Mean: 96.563 Max: 127
StdDev: 5.874 Mode: 94 (7340)

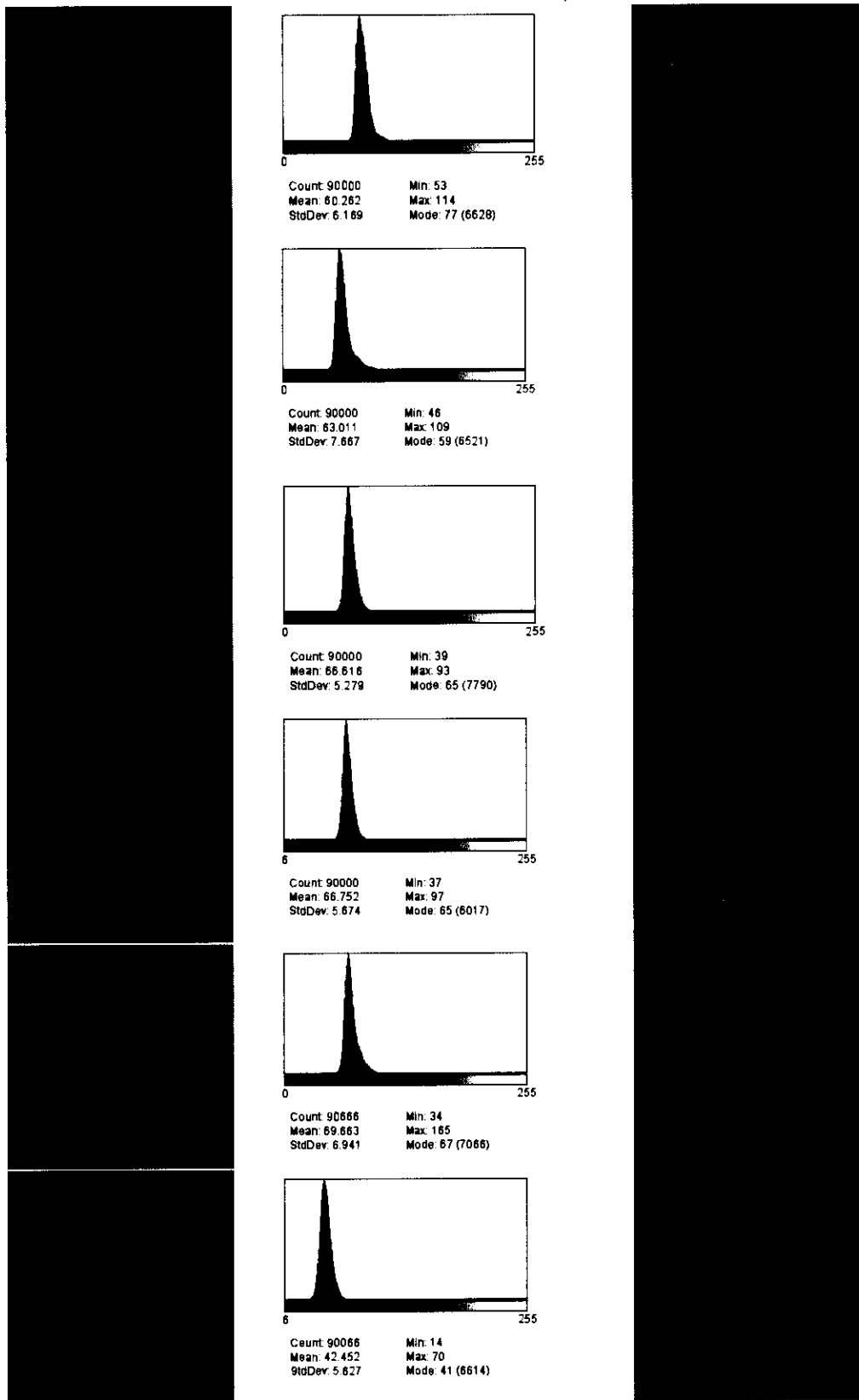


Count: 90000 Min: 75
Mean: 96.506 Max: 125
StdDev: 5.832 Mode: 95 (7418)

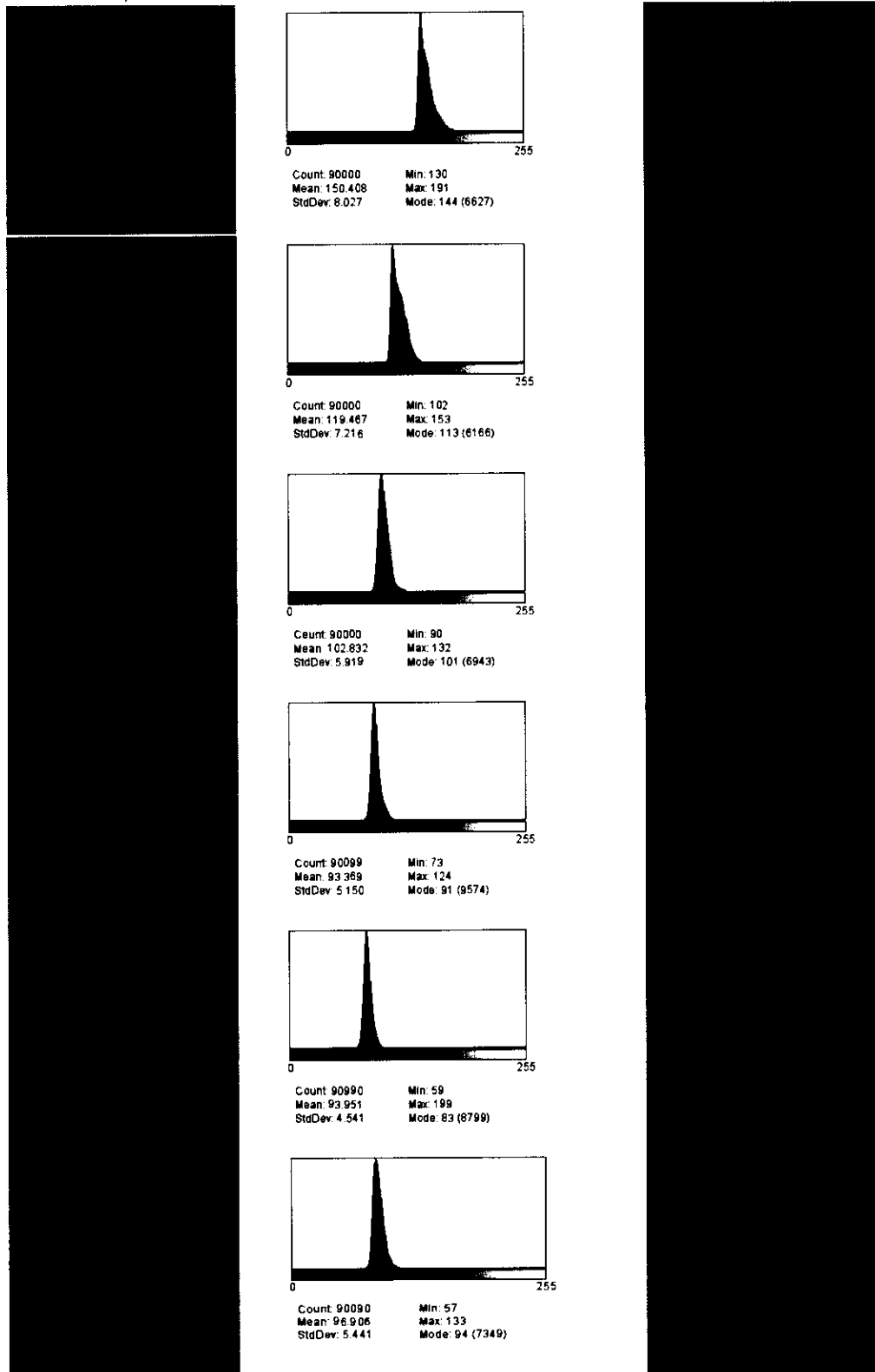


Count: 90000 Min: 57
Mean: 91.962 Max: 107
StdDev: 5.337 Mode: 82 (9461)

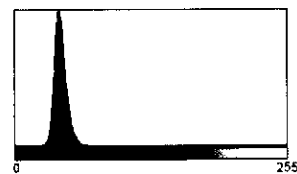
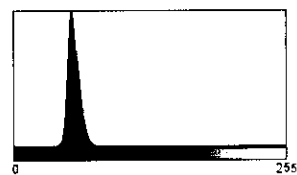
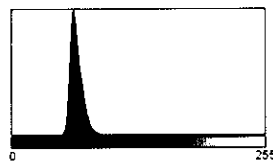
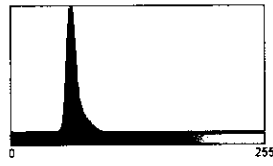
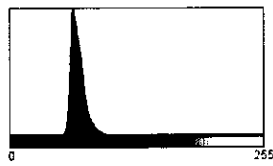
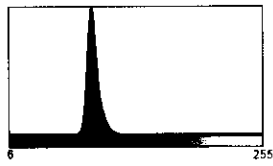
ภาพที่ 4.12 ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์
ชัยนาท1 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-H-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



ภาพที่ 4.12(ต่อ) ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-H-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)

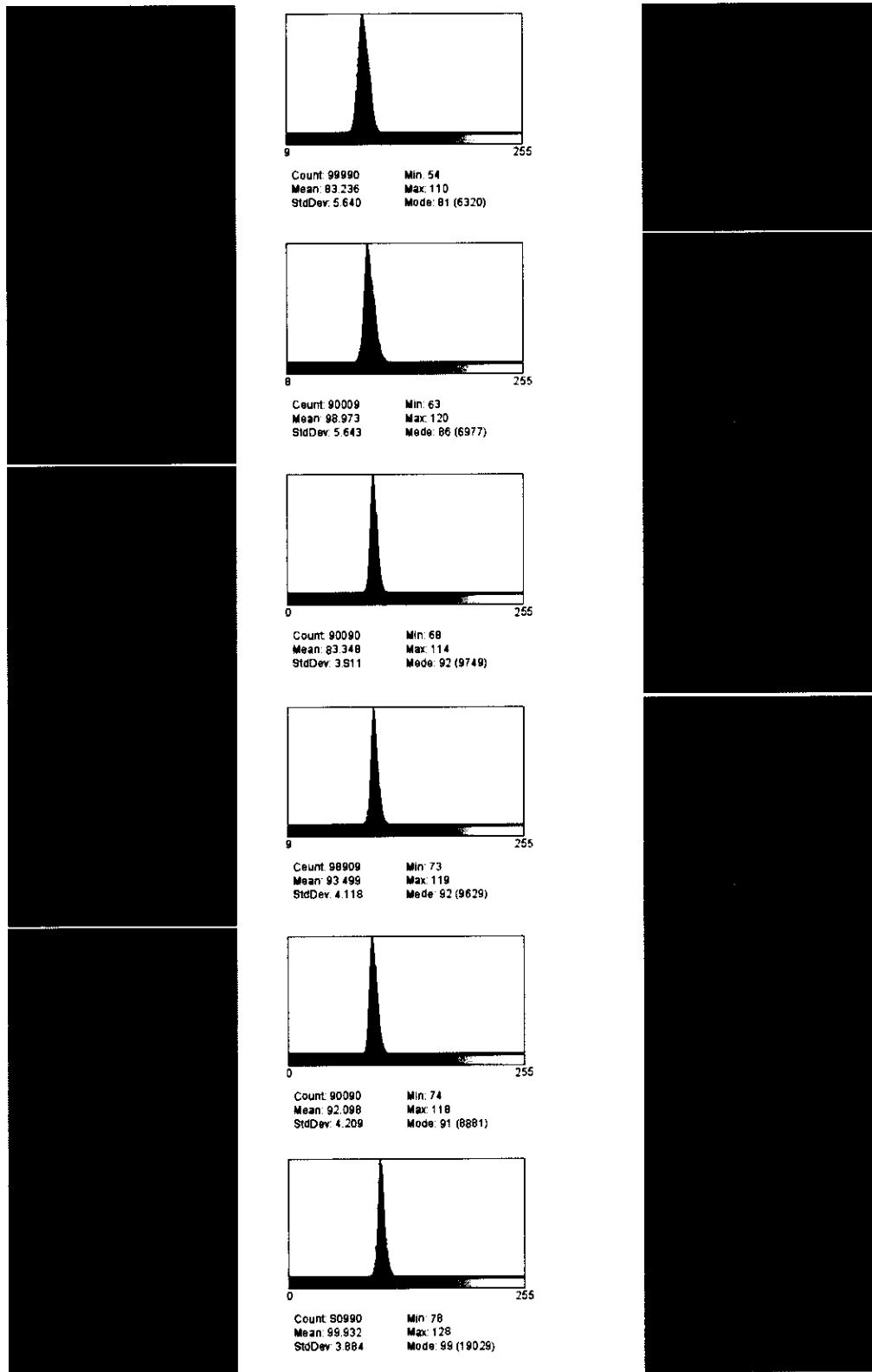


ภาพที่ 4.13 ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-P-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



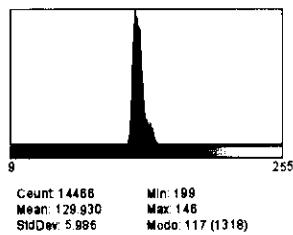
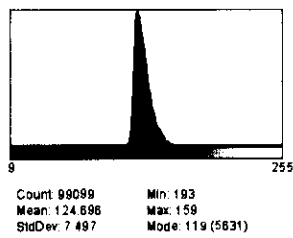
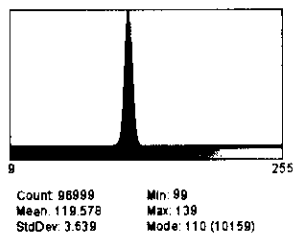
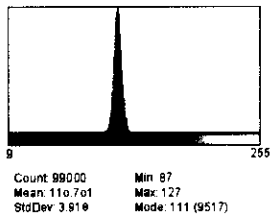
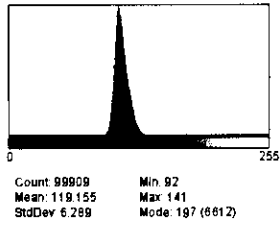
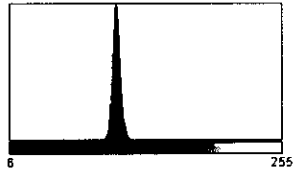
ภาพที่ 4.13(ต่อ) ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าว

พันธุ์ชยันนาท1 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-P-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)

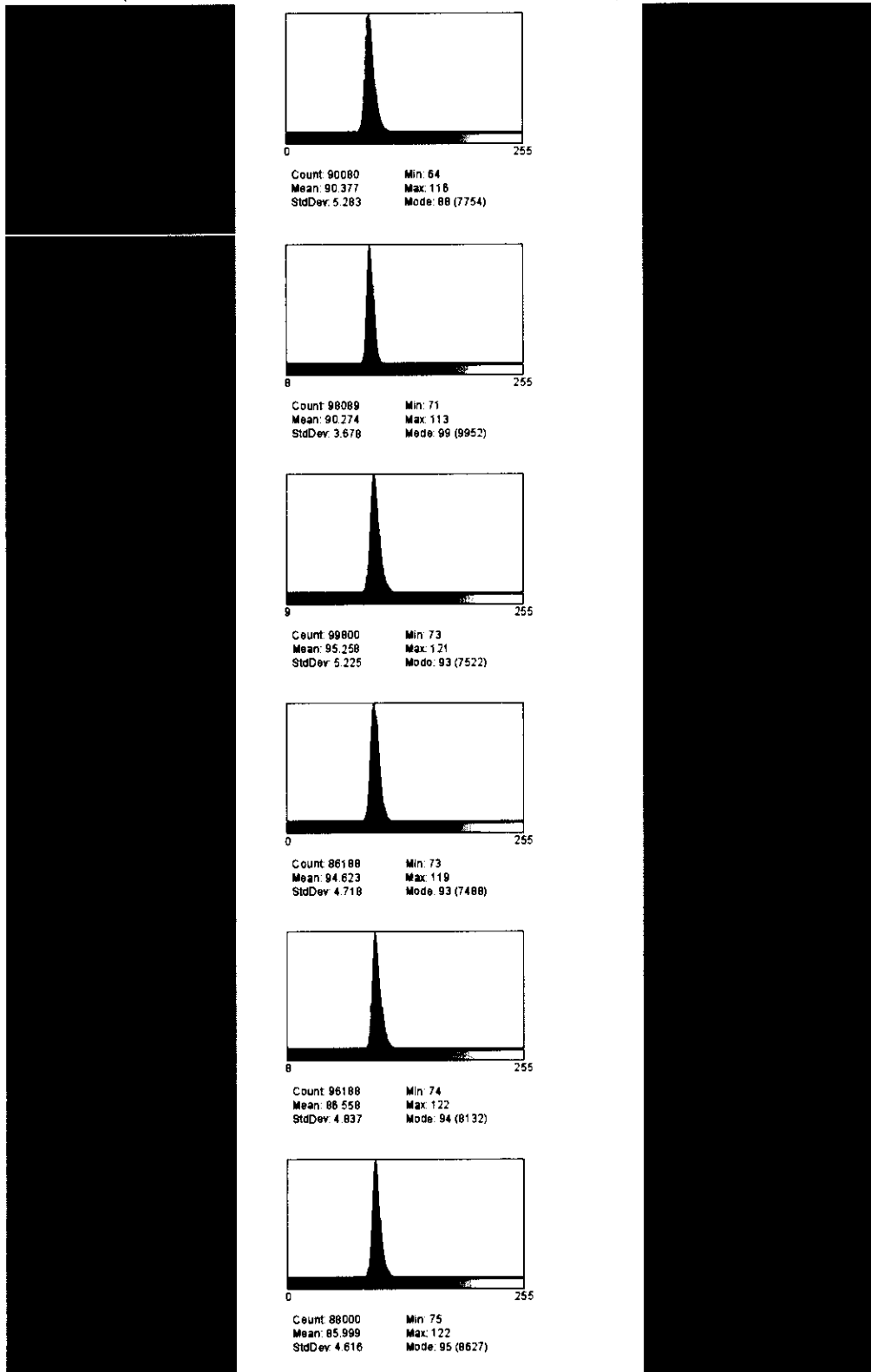


ภาพที่ 4.14 ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์

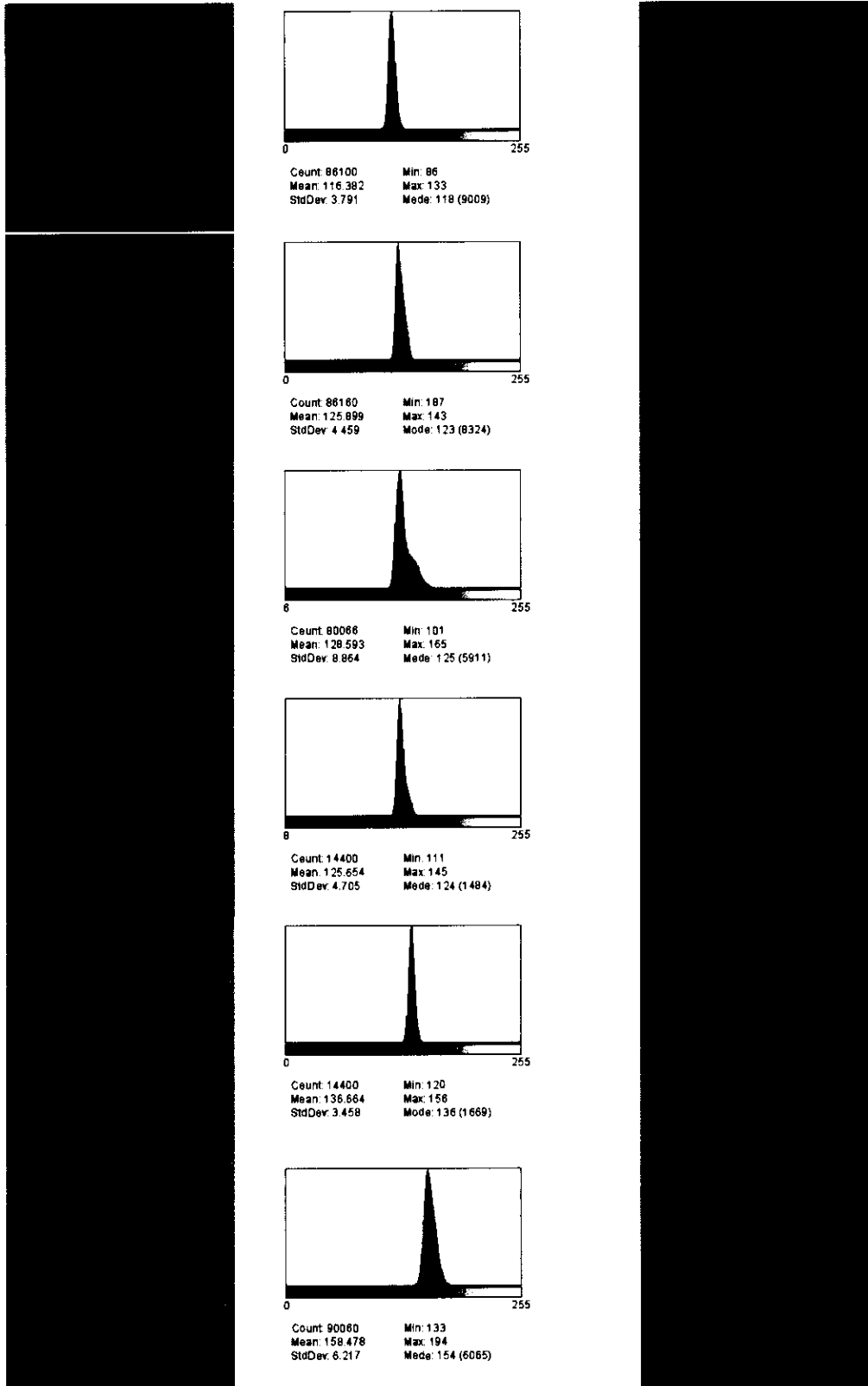
ชั้นนาท1 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 2-H-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



ภาพที่ 4.14(ต่อ) ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 2-H-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



ภาพที่ 4.15 ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 2-P-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



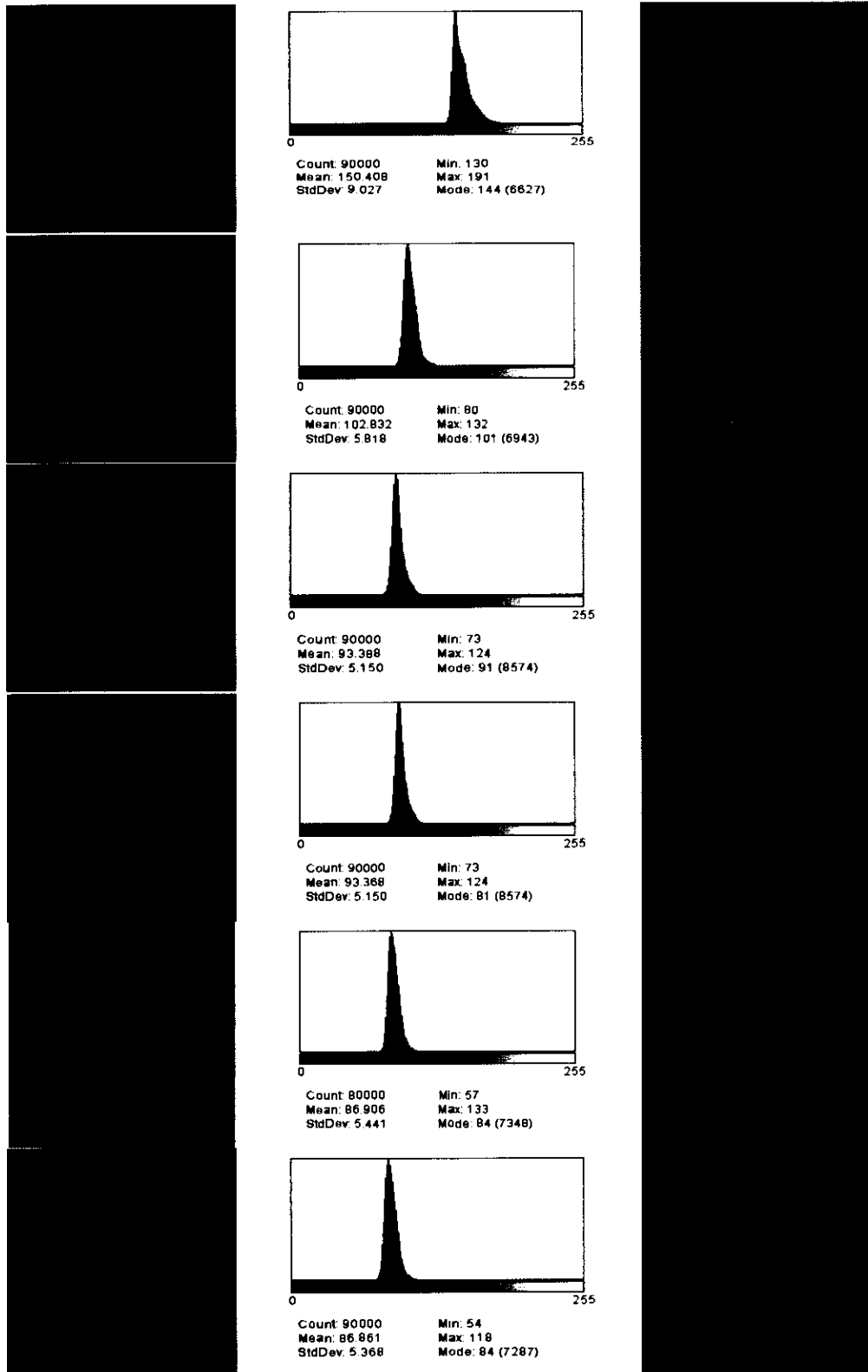
ภาพที่ 4.15(ต่อ) ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าว

พันธุ์ชยันนาท1 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 2-P-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)

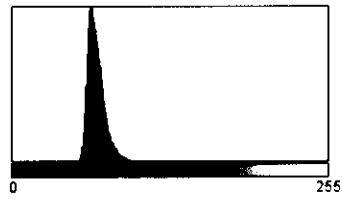
ตารางที่ 4.14 ค่าความเข้มสีของภาพที่ได้จากพันธุ์ชยันนาท1

อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่าความเข้มสี			
	1-H-T	1-P-T	2-H-T	2-P-T
2	123.36 ^a ±3.05	151.04 ^a ±0.64	87.47 ^g ±3.67	88.49 ^f ±1.71
4	114.54 ^b ±3.05	119.78 ^b ±0.27	88.74 ^g ±0.21	90.37 ^f ±0.77
6	105.78 ^c ±2.96	112.92 ^c ±0.73	91.48 ^f ±3.48	94.82 ^e ±0.00
8	98.70 ^d ±2.46	112.31 ^c ±0.72	92.08 ^f ±0.13	95.35 ^e ±3.28
10	95.63 ^d ±2.76	102.37 ^d ±1.50	93.00 ^f ±0.59	96.71 ^e ±2.38
12	84.64 ^e ±3.10	94.84 ^e ±1.87	99.19 ^e ±0.54	96.52 ^e ±0.01
14	81.42 ^{ef} ±1.00	84.82 ^f ±1.84	100.18 ^e ±0.28	116.38 ^d ±0.00
16	77.20 ^{fg} ±2.32	67.37 ^g ±0.09	110.54 ^d ±0.26	123.97 ^c ±1.45
18	74.95 ^g ±3.12	65.95 ^g ±1.04	110.82 ^d ±0.42	125.63 ^c ±2.01
20	65.90 ^h ±1.46	56.81 ^h ±0.86	116.83 ^c ±0.76	125.73 ^c ±2.99
22	61.68 ^h ±1.22	44.38 ⁱ ±1.73	120.36 ^b ±0.57	136.52 ^b ±2.74
24	44.39 ⁱ ±3.20	44.75 ⁱ ±3.02	124.09 ^a ±0.00	154.77 ^a ±1.70

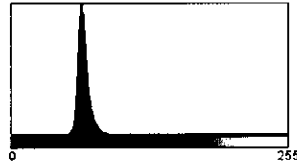
หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



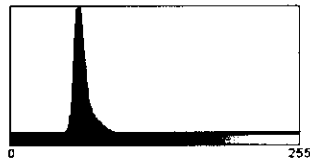
ภาพที่ 4.16 ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ ชัยนาท2 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-H-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



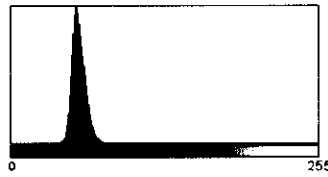
Count: 86100 Min: 47
 Mean: 67.510 Max: 117
 StdDev: 6.990 Mode: 63 (5903)



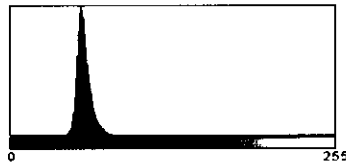
Count: 90000 Min: 40
 Mean: 66.205 Max: 105
 StdDev: 5.470 Mode: 64 (6314)



Count: 90000 Min: 39
 Mean: 62.570 Max: 104
 StdDev: 7.035 Mode: 60 (6612)



Count: 90000 Min: 24
 Mean: 55.828 Max: 115
 StdDev: 5.792 Mode: 54 (7858)

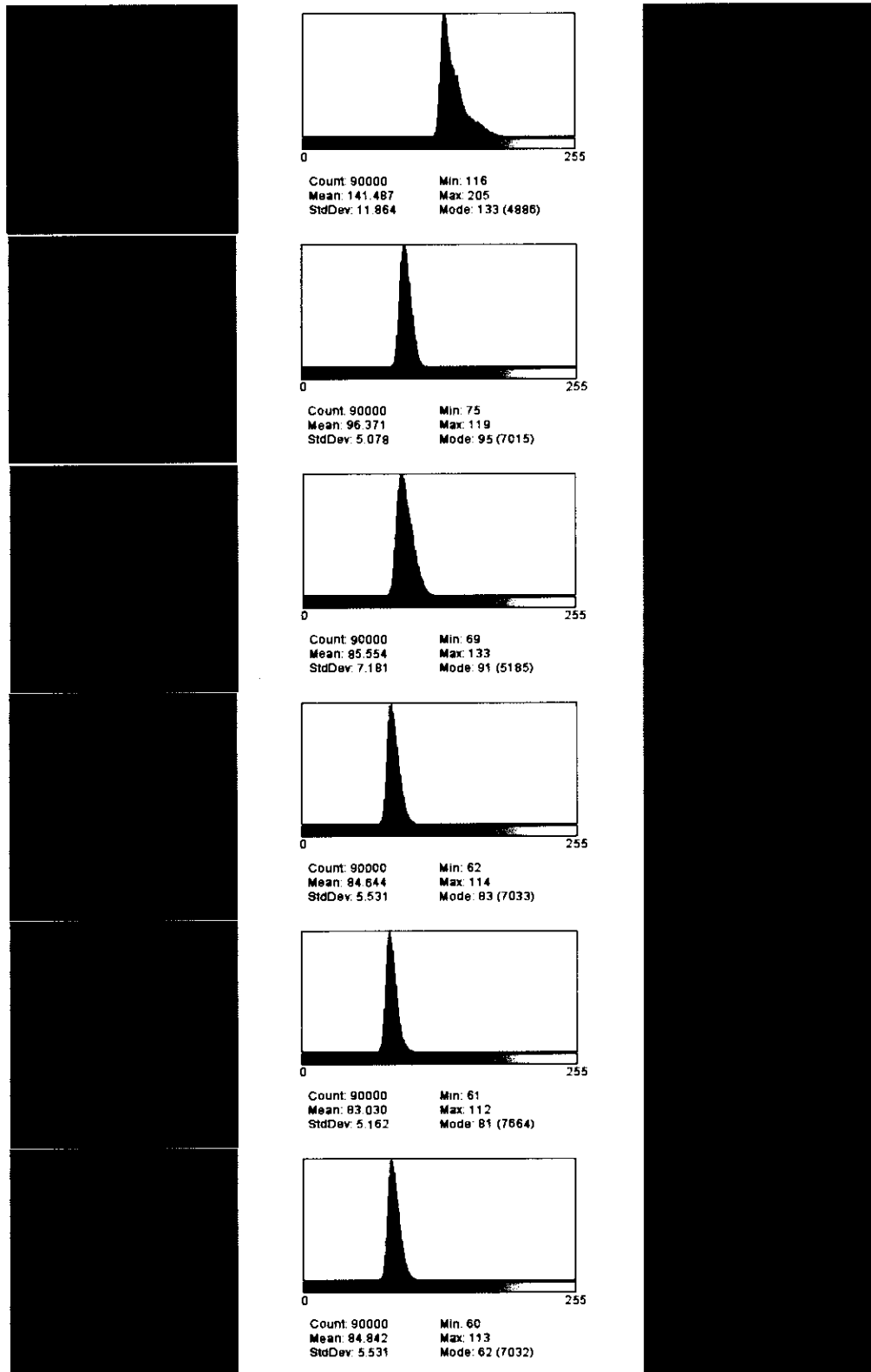


Count: 86100 Min: 22
 Mean: 57.298 Max: 87
 StdDev: 5.522 Mode: 55 (7870)

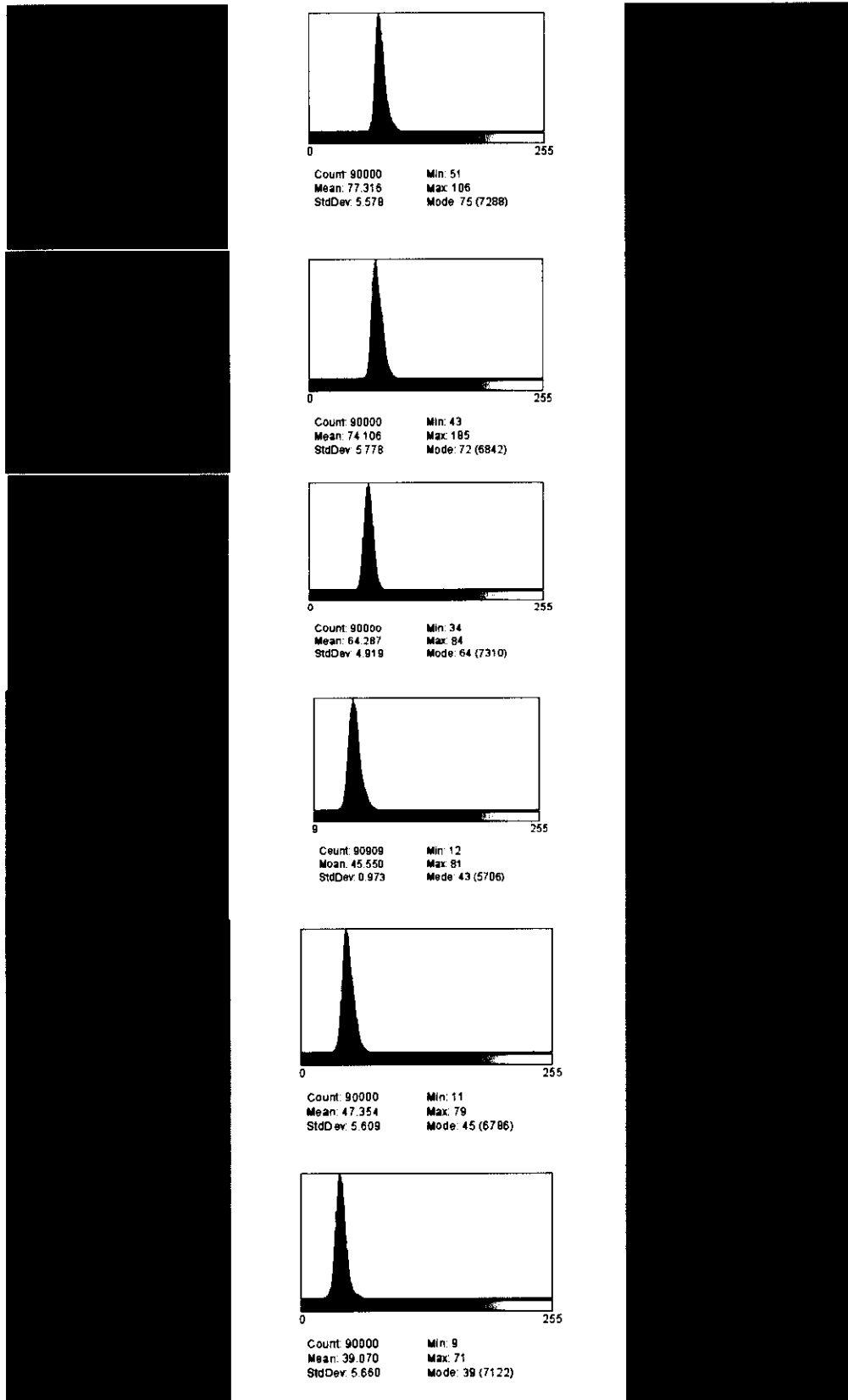


Count: 90808 Min: 17
 Mean: 42.512 Max: 78
 StdDev: 5.939 Mode: 41 (6021)

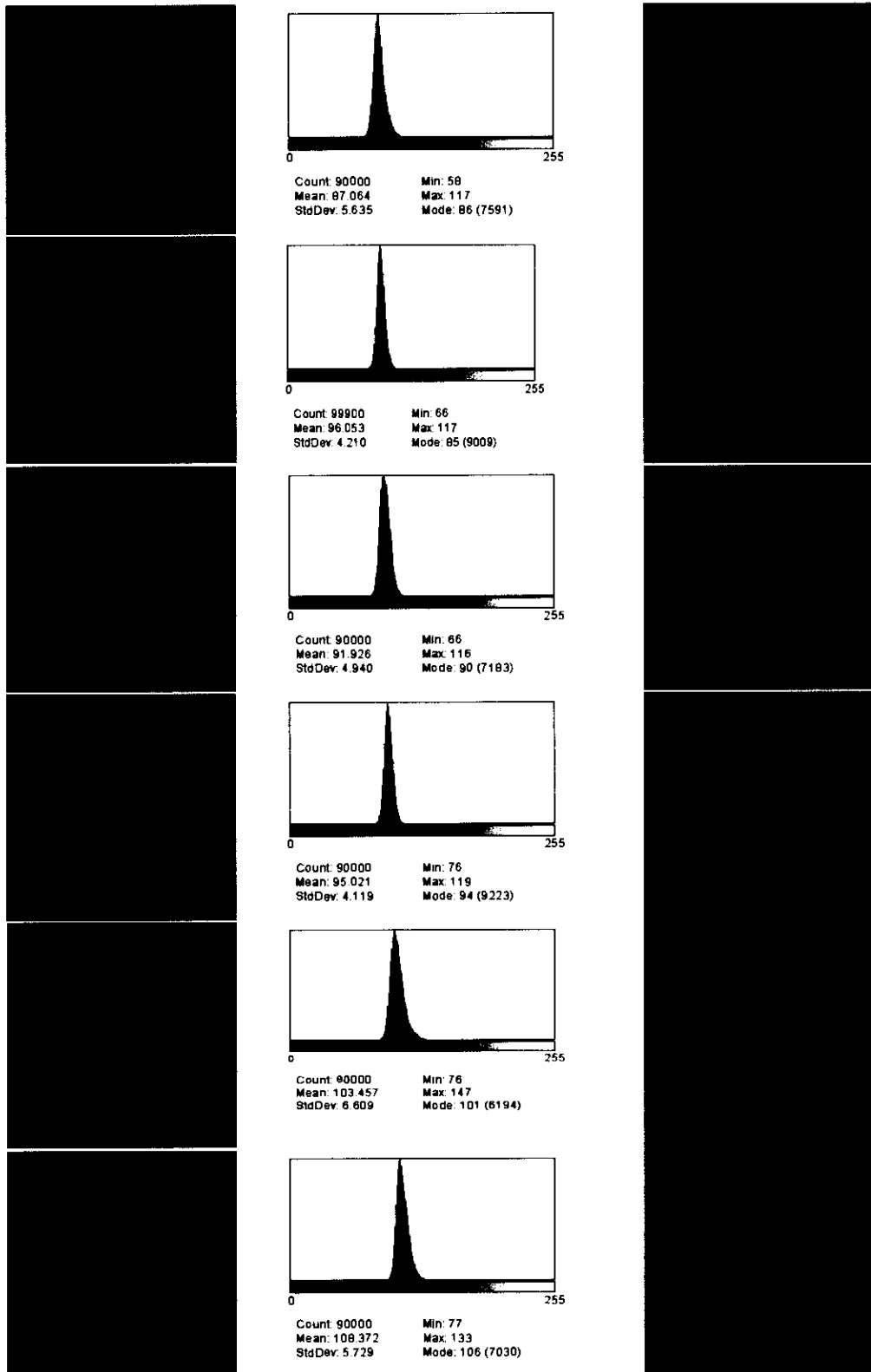
ภาพที่ 4.16(ต่อ) ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มข้น และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ชัยนาท2 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-H-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง



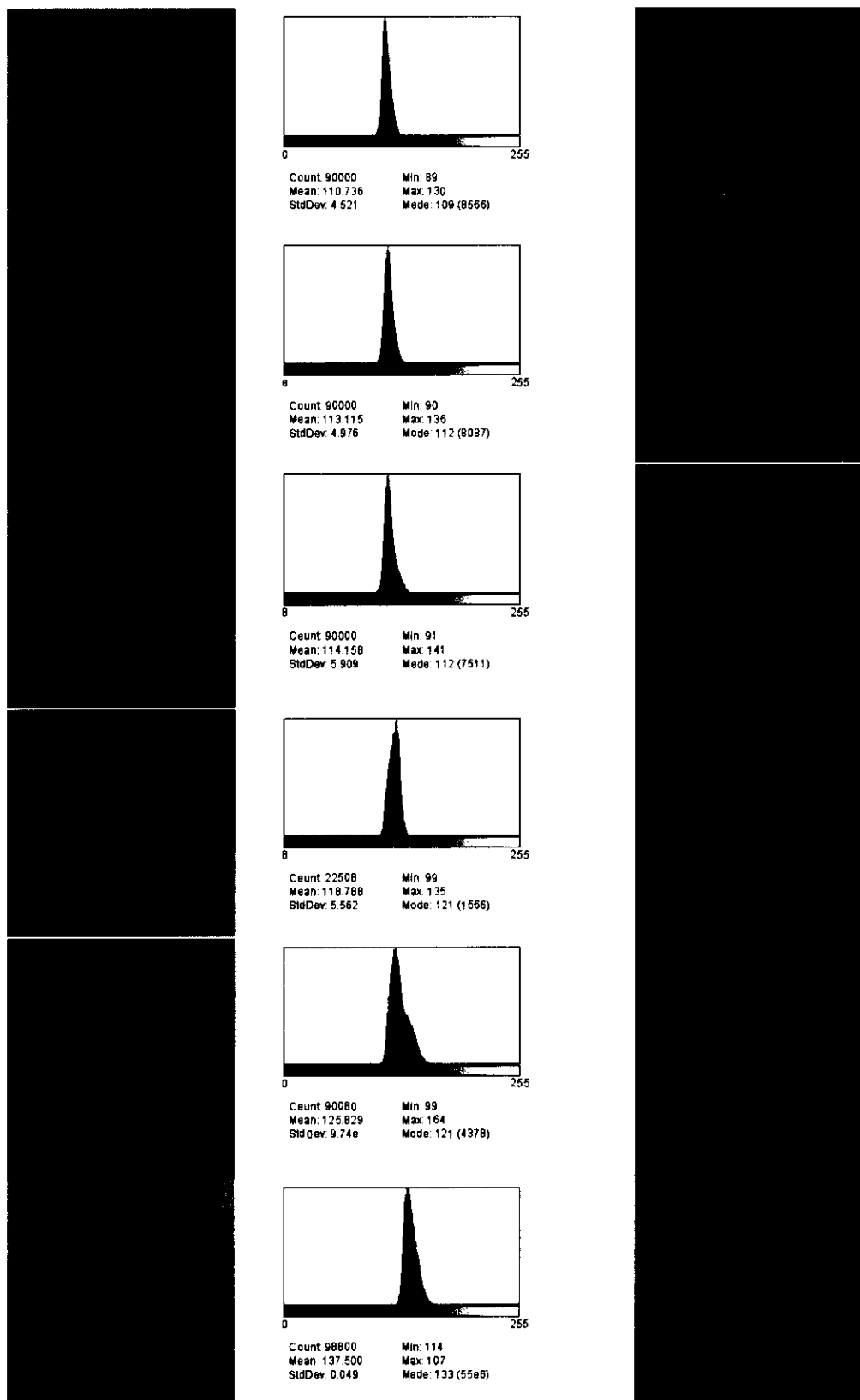
ภาพที่ 4.17 ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ ชัยนาท2 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-P-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



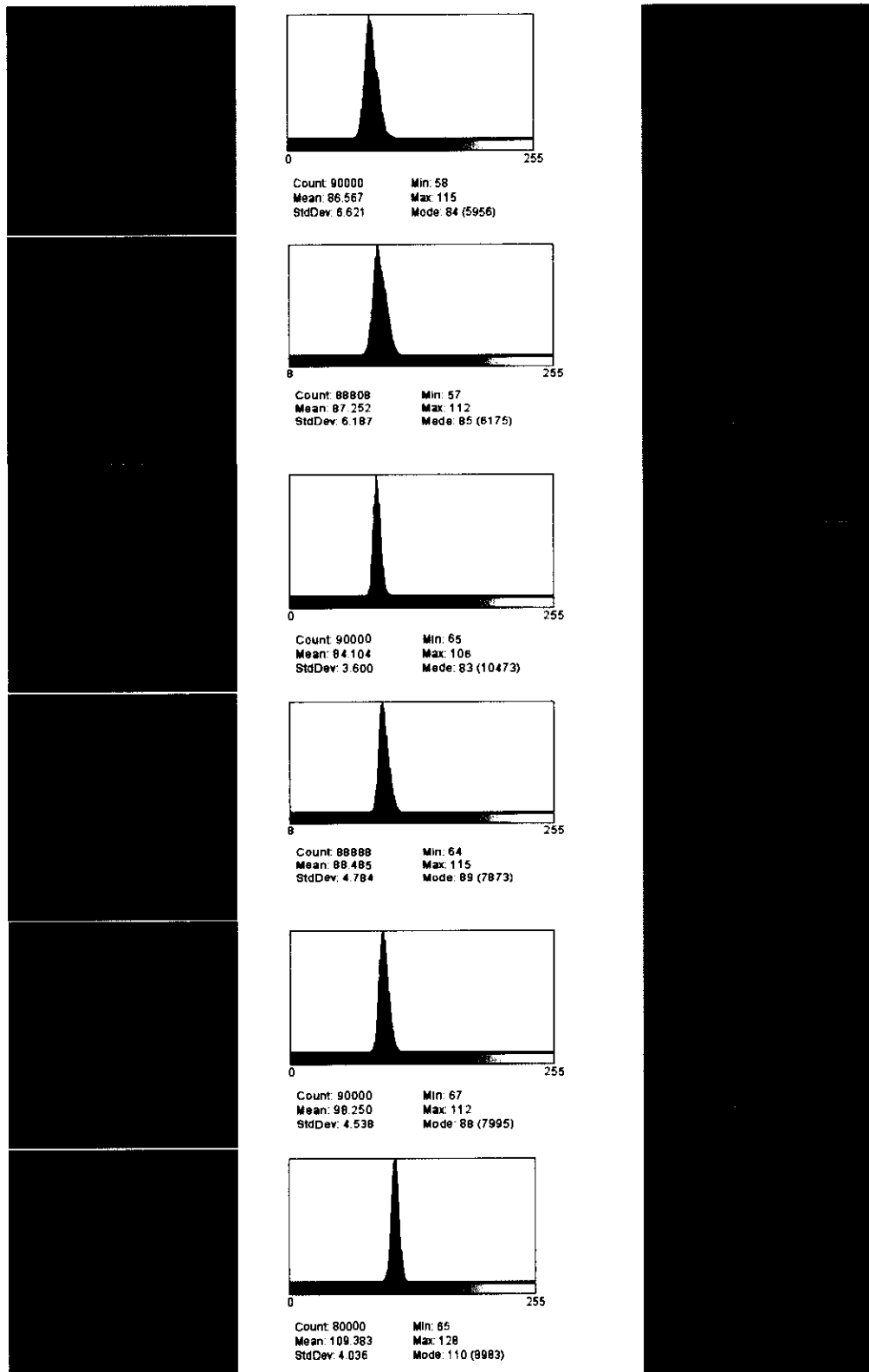
ภาพที่ 4.17(ต่อ) ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ชัยนาท2 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-P-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



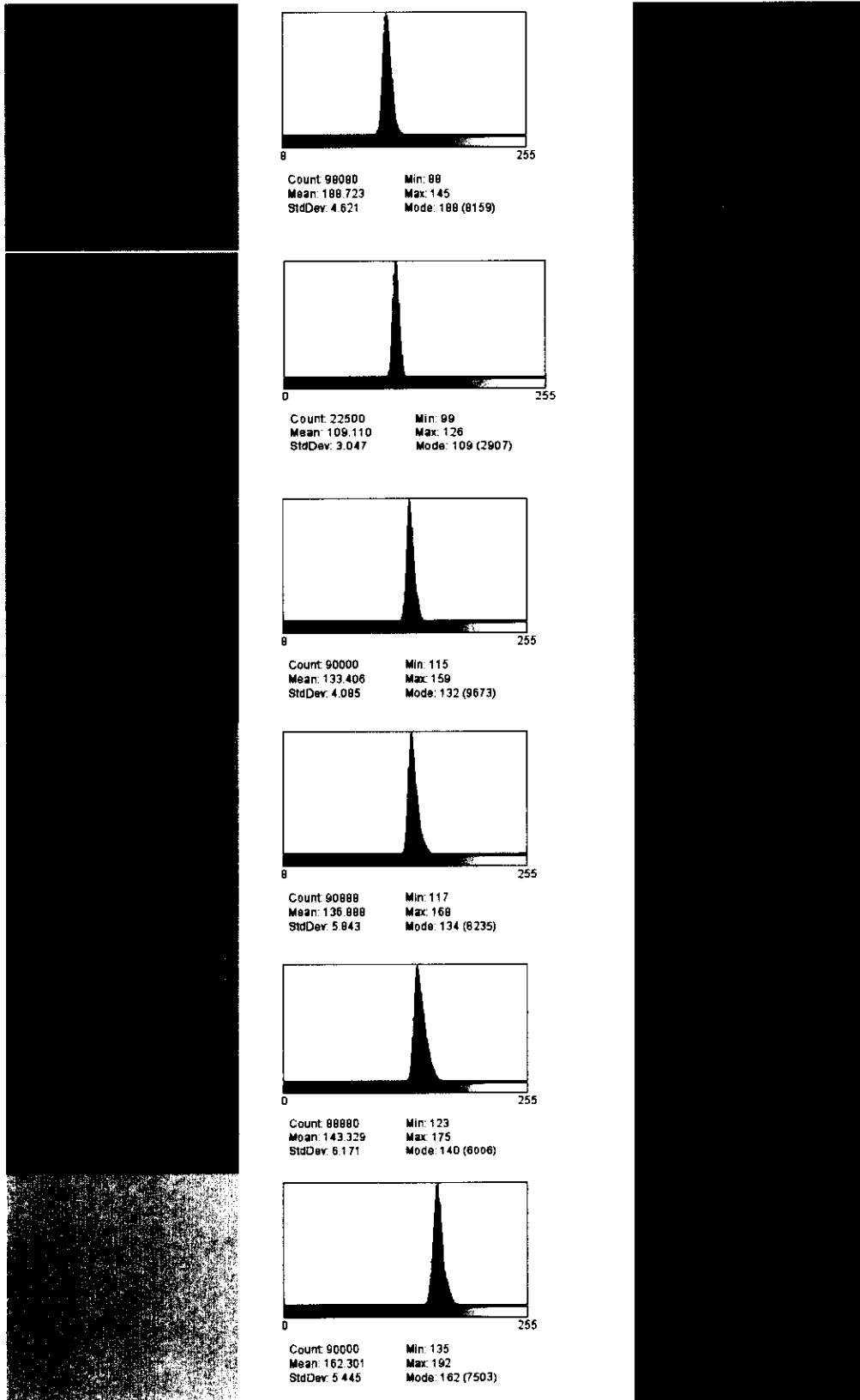
ภาพที่ 4.18 ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ชัยนาท2 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 2-H-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



ภาพที่ 4.18(ต่อ) ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ชัยนาท2 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 2-H-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



ภาพที่ 4.19 ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ชัยนาท2 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 2-P-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)

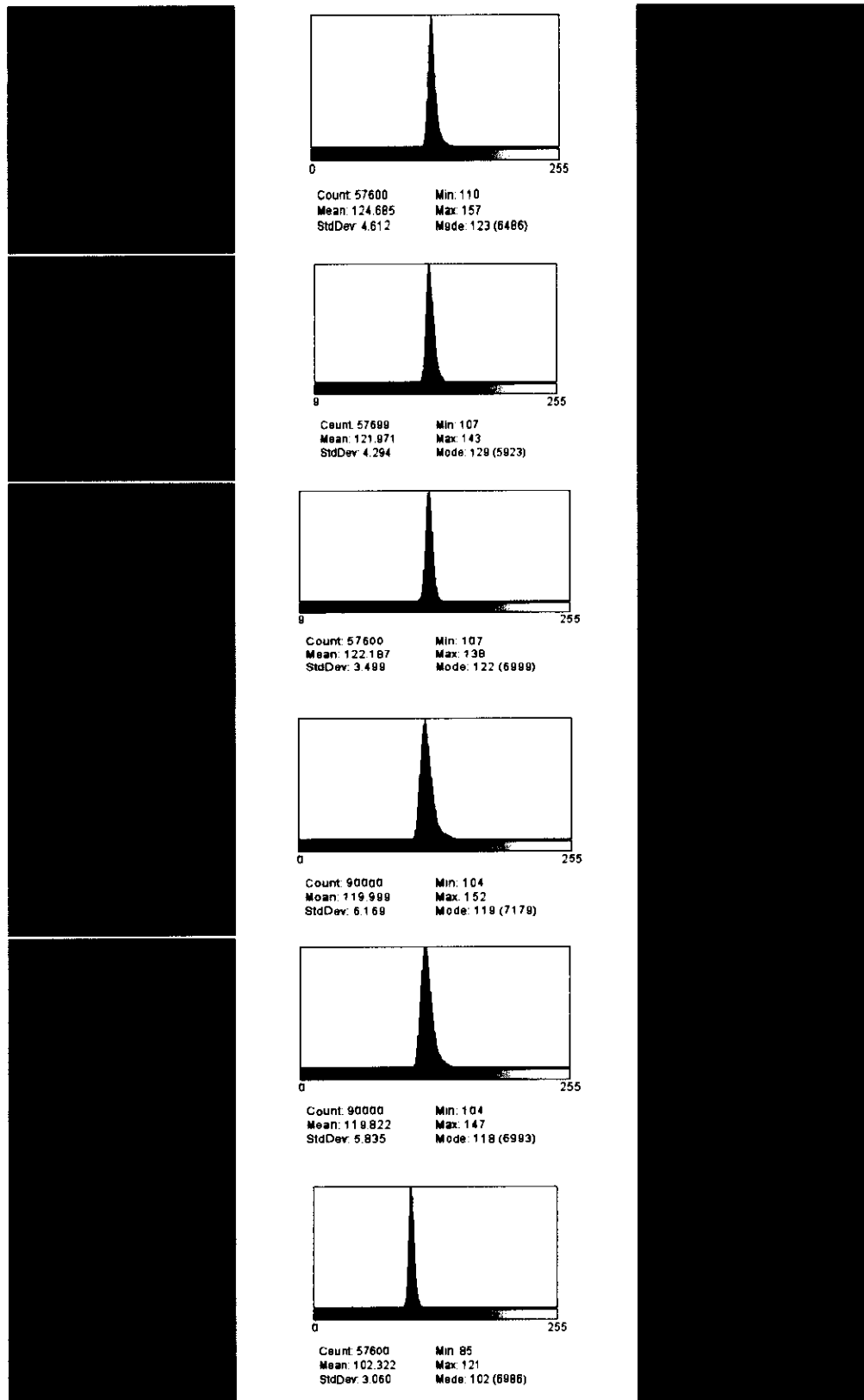


ภาพที่ 4.19(ต่อ) ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ชัยนาท2 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 2-P-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)

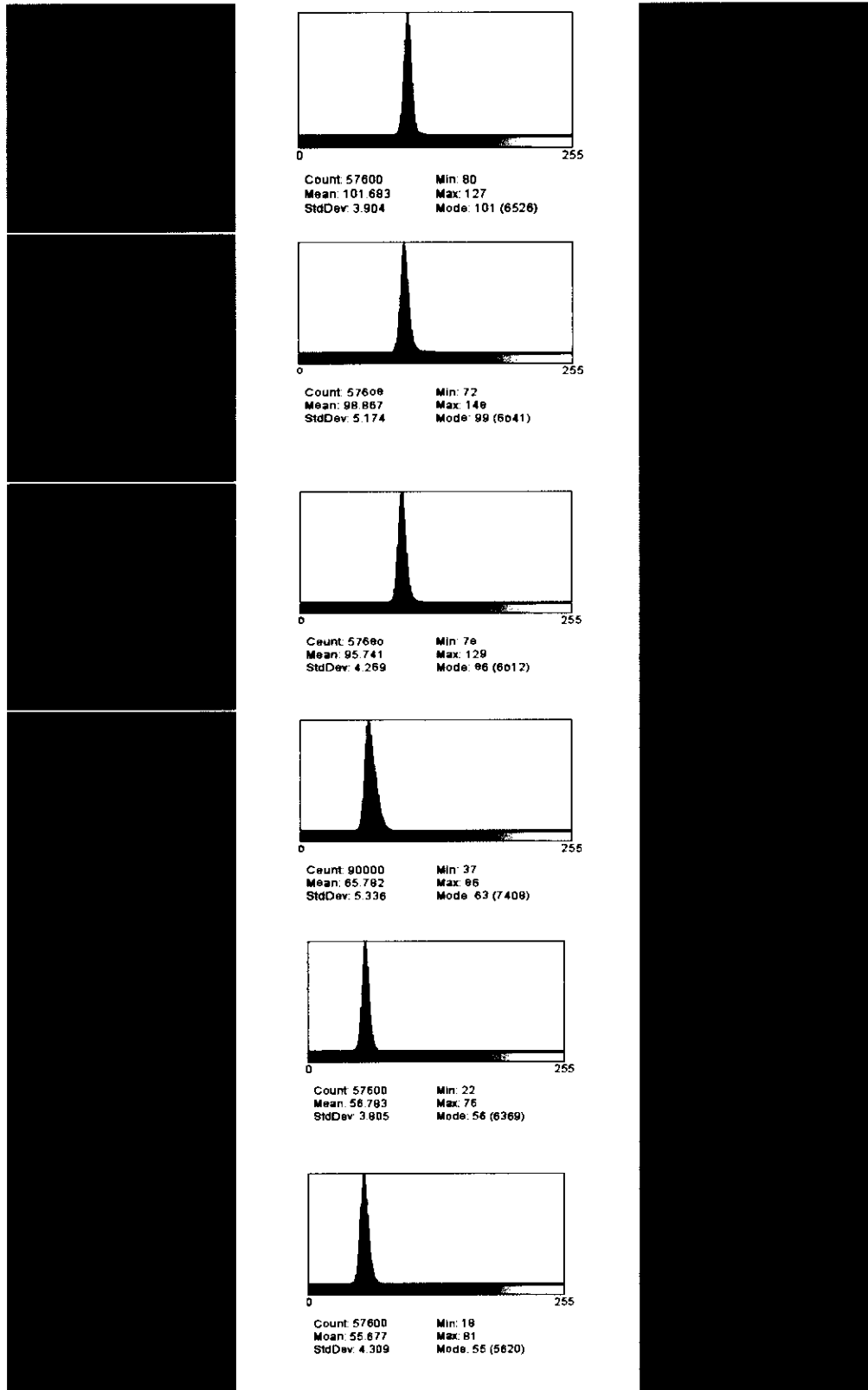
ตารางที่ 4.15 ค่าความเข้มสีของภาพที่ได้จากข้าวพันธุ์ชัยนาท2

อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่าความเข้มสี			
	1-H-T	1-P-T	2-H-T	2-P-T
2	151.04 ^a ±0.64	144.39 ^a ±3.69	88.62 ⁱ ±1.39	83.24 ^f ±0.96
4	117.78 ^b ±3.33	96.58 ^b ±0.90	94.51 ^h ±2.25	86.97 ^{ef} ±0.70
6	102.33 ^c ±0.74	94.77 ^b ±1.43	94.77 ^h ±2.26	89.27 ^e ±4.27
8	92.49 ^d ±0.72	86.98 ^c ±3.42	97.34 ^h ±2.32	91.06 ^e ±0.90
10	84.82 ^e ±3.33	82.57 ^d ±1.98	103.45 ^g ±0.00	95.77 ^d ±4.78
12	84.96 ^e ±1.83	82.59 ^d ±1.99	107.27 ^f ±1.89	108.79 ^c ±1.49
14	67.48 ^f ±0.47	72.31 ^e ±0.00	110.74 ^e ±0.01	109.36 ^c ±0.03
16	65.95 ^{fg} ±1.04	74.82 ^e ±0.02	112.85 ^{de} ±1.17	110.73 ^c ±0.88
18	64.38 ^g ±1.73	66.84 ^f ±2.44	114.14 ^d ±0.00	133.65 ^b ±0.43
20	57.39 ^h ±0.56	45.77 ^g ±3.75	117.77 ^c ±1.77	136.48 ^b ±0.66
22	56.81 ^h ±0.86	44.83 ^g ±2.18	126.27 ^b ±1.42	141.52 ^a ±2.20
24	45.87 ⁱ ±3.27	39.87 ^h ±0.00	134.81 ^a ±2.35	144.85 ^a ±3.69

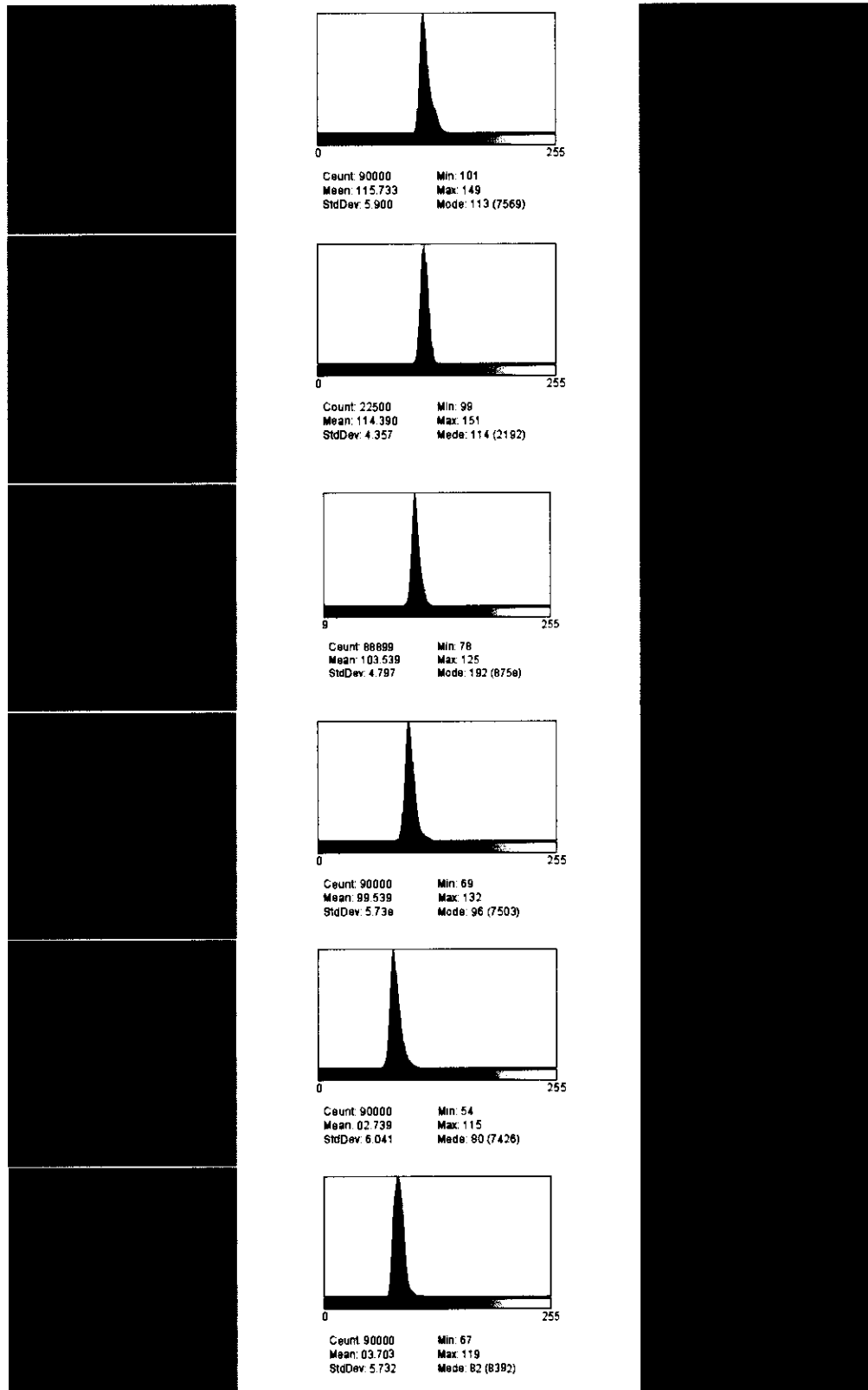
หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



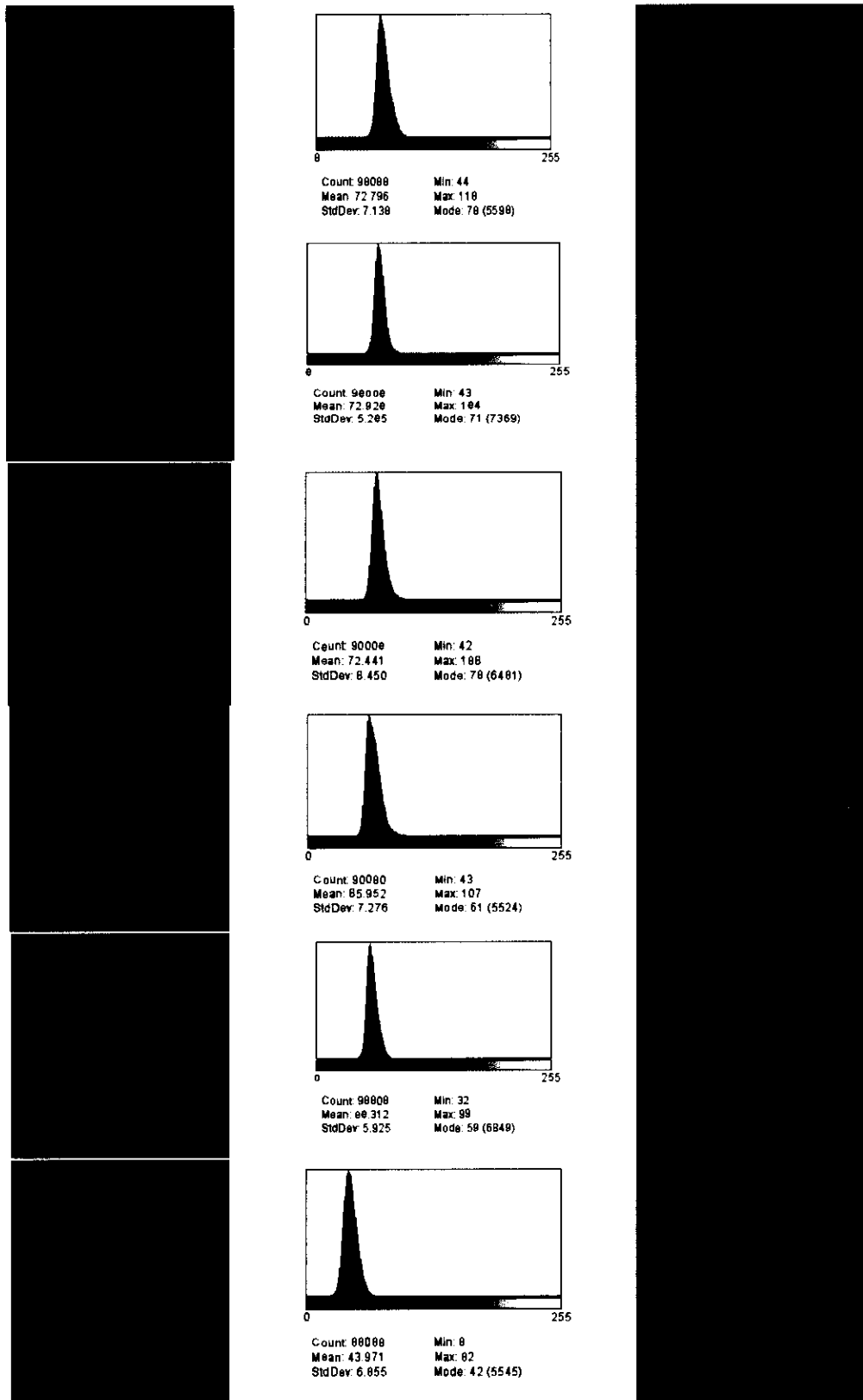
ภาพที่ 4.20 ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ พิษณุโลก2 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-H-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



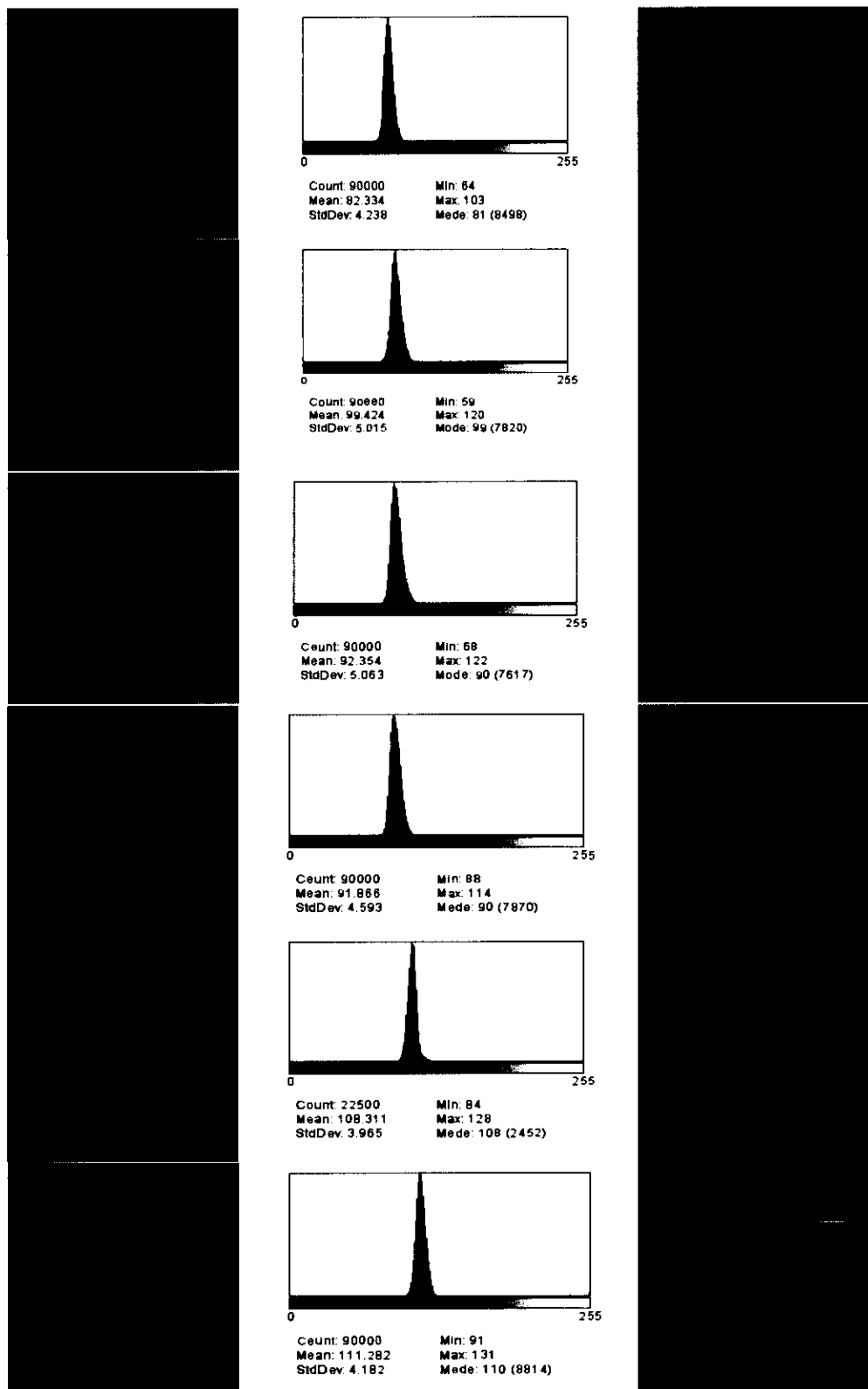
ภาพที่ 4.20(ต่อ) ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-H-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



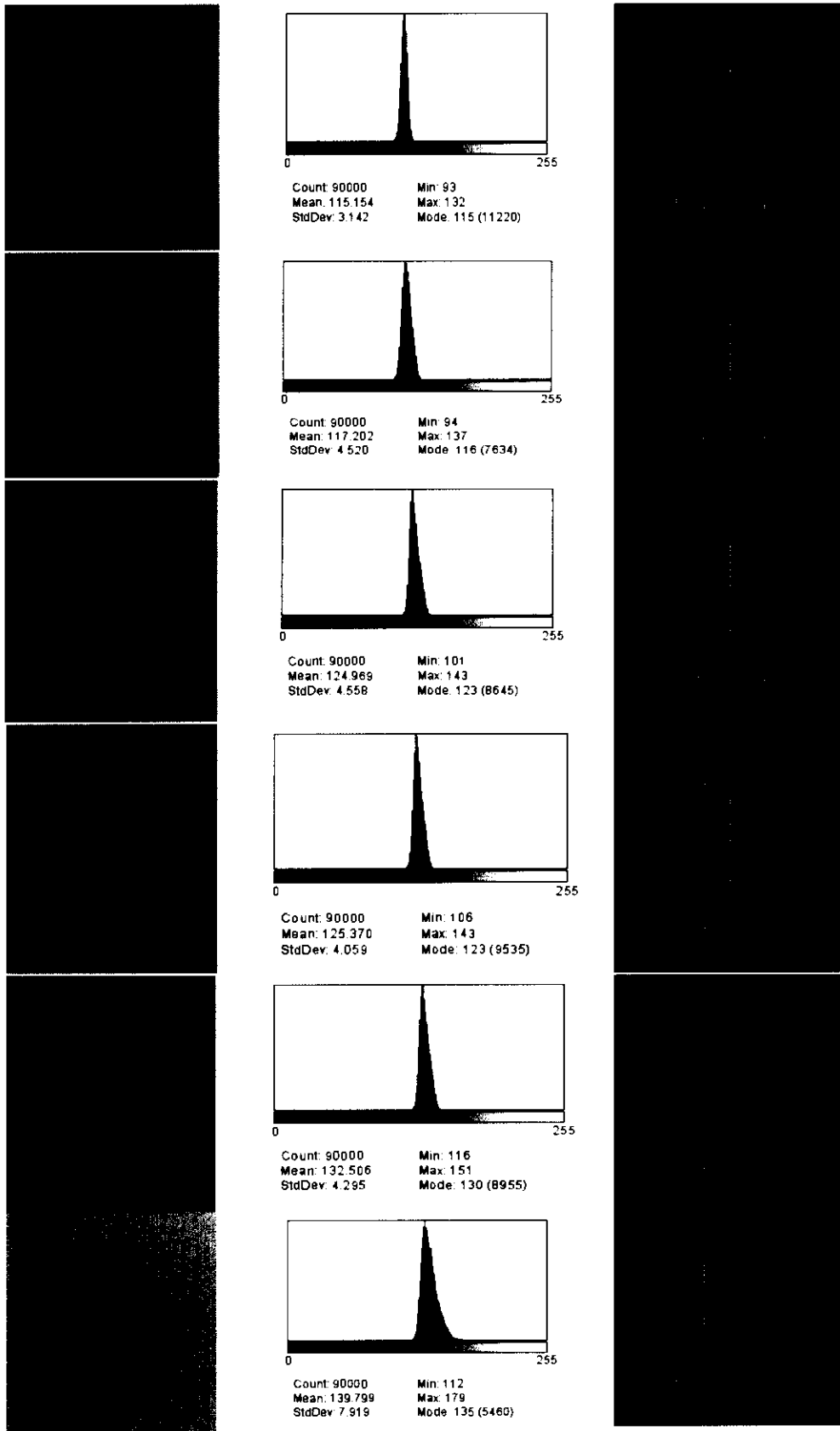
ภาพที่ 4.21 ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ พิษณุโลก2 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-P-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



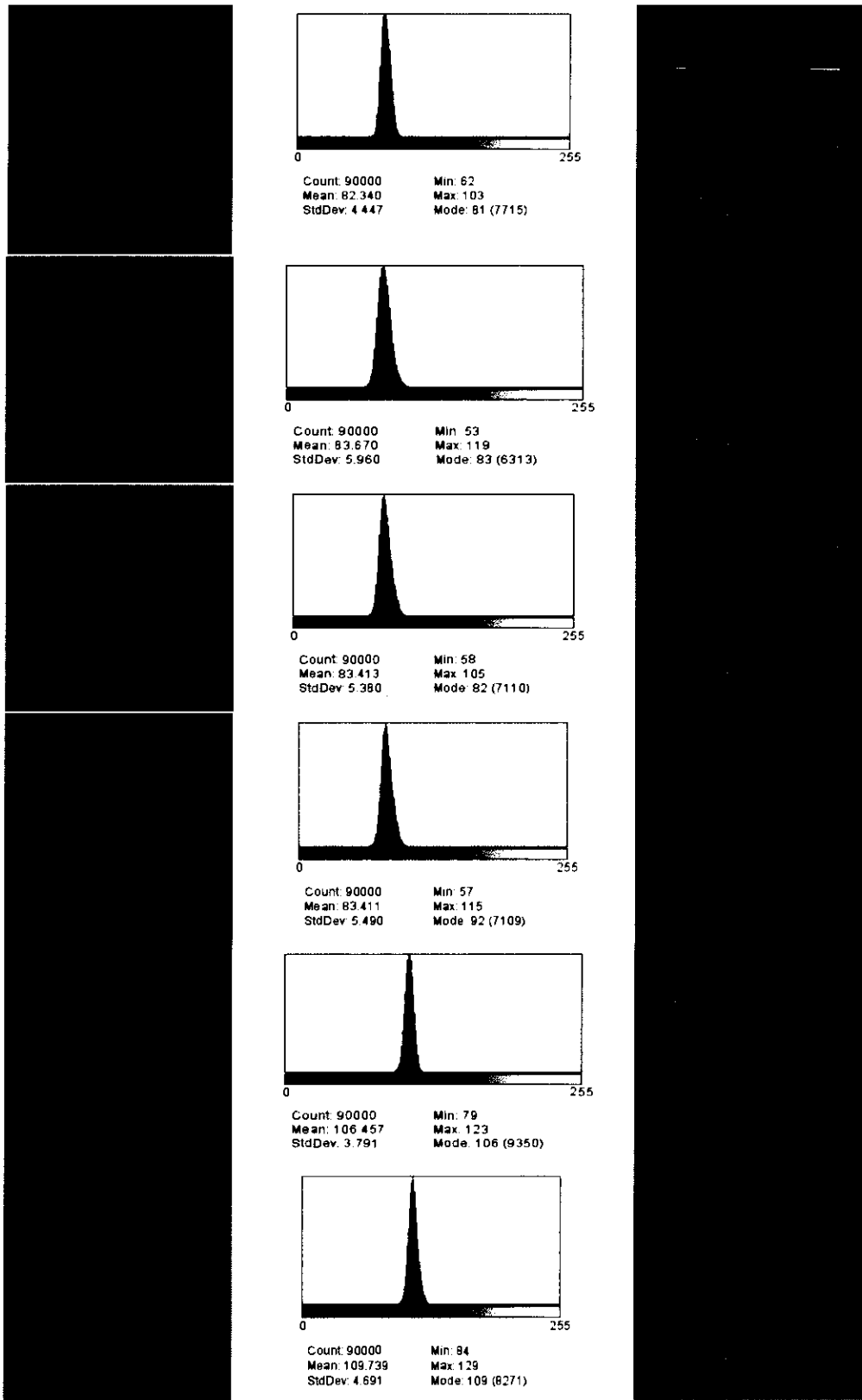
ภาพที่ 4.21(ต่อ) ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-P-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



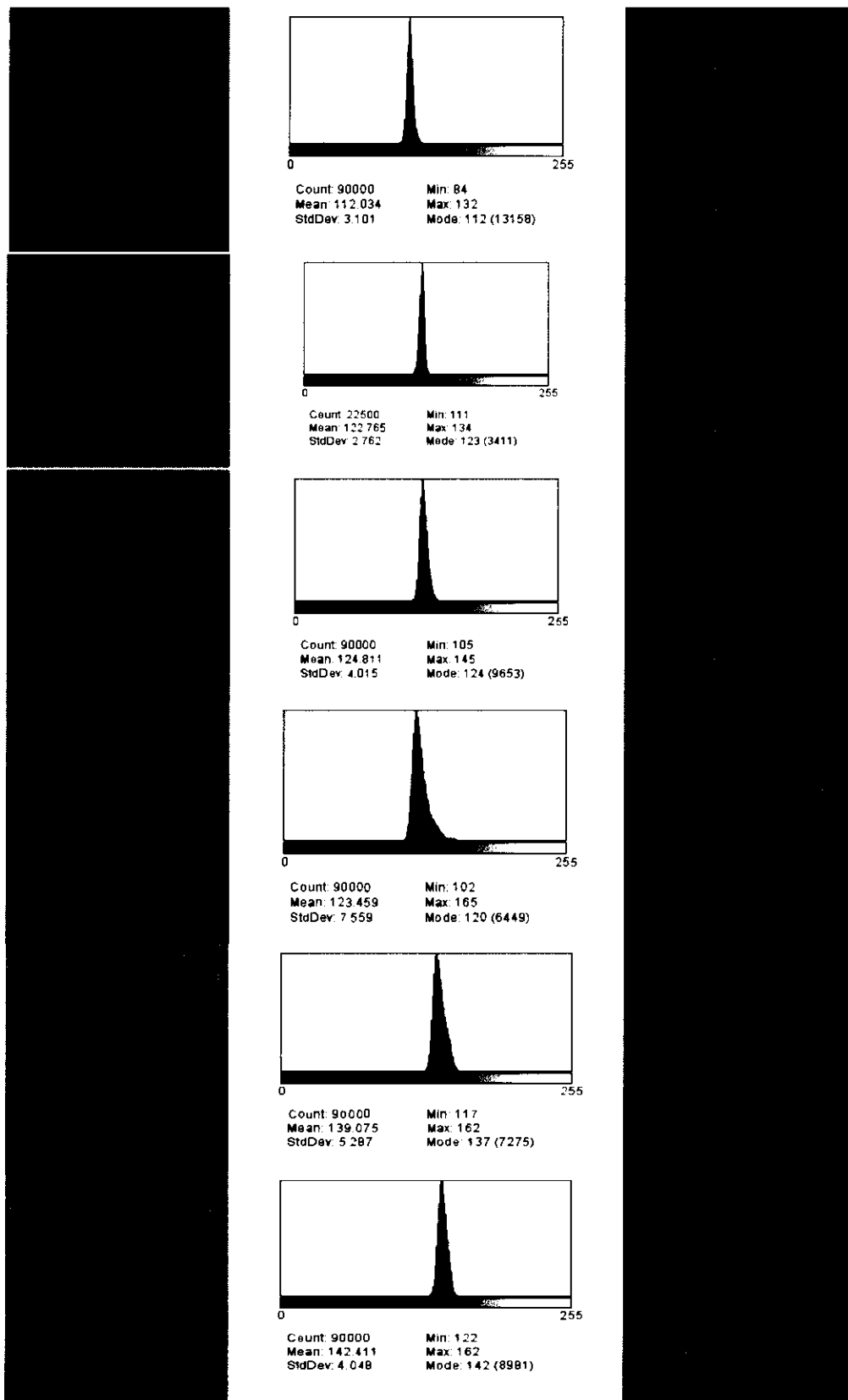
ภาพที่ 4.22 ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ พิษณุโลก2 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 2-H-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



ภาพที่ 4.22(ต่อ) ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 2-H-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



ภาพที่ 4.23 ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ พิษณุโลก2 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 2-P-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)

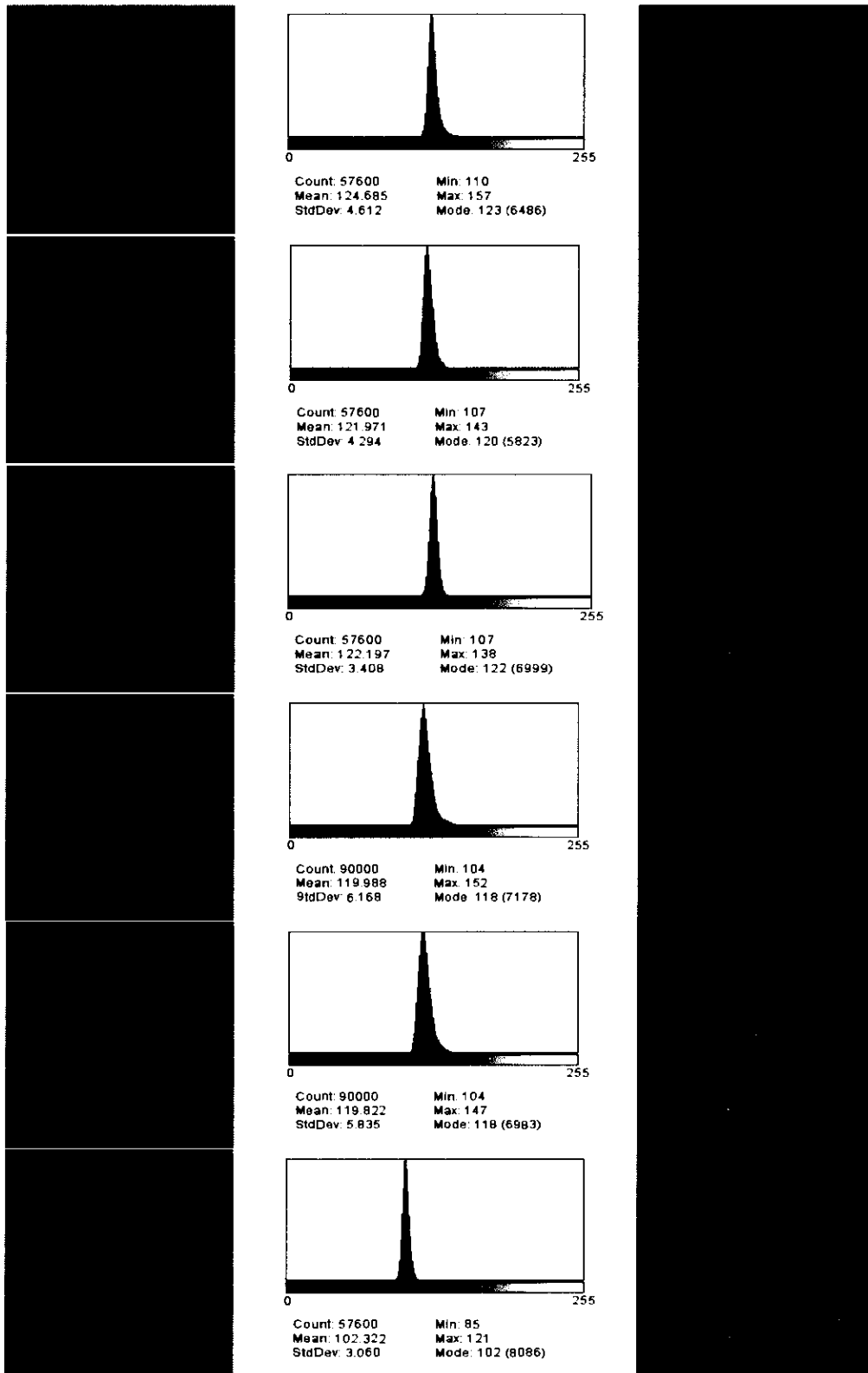


ภาพที่ 4.23(ต่อ) ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 2-P-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)

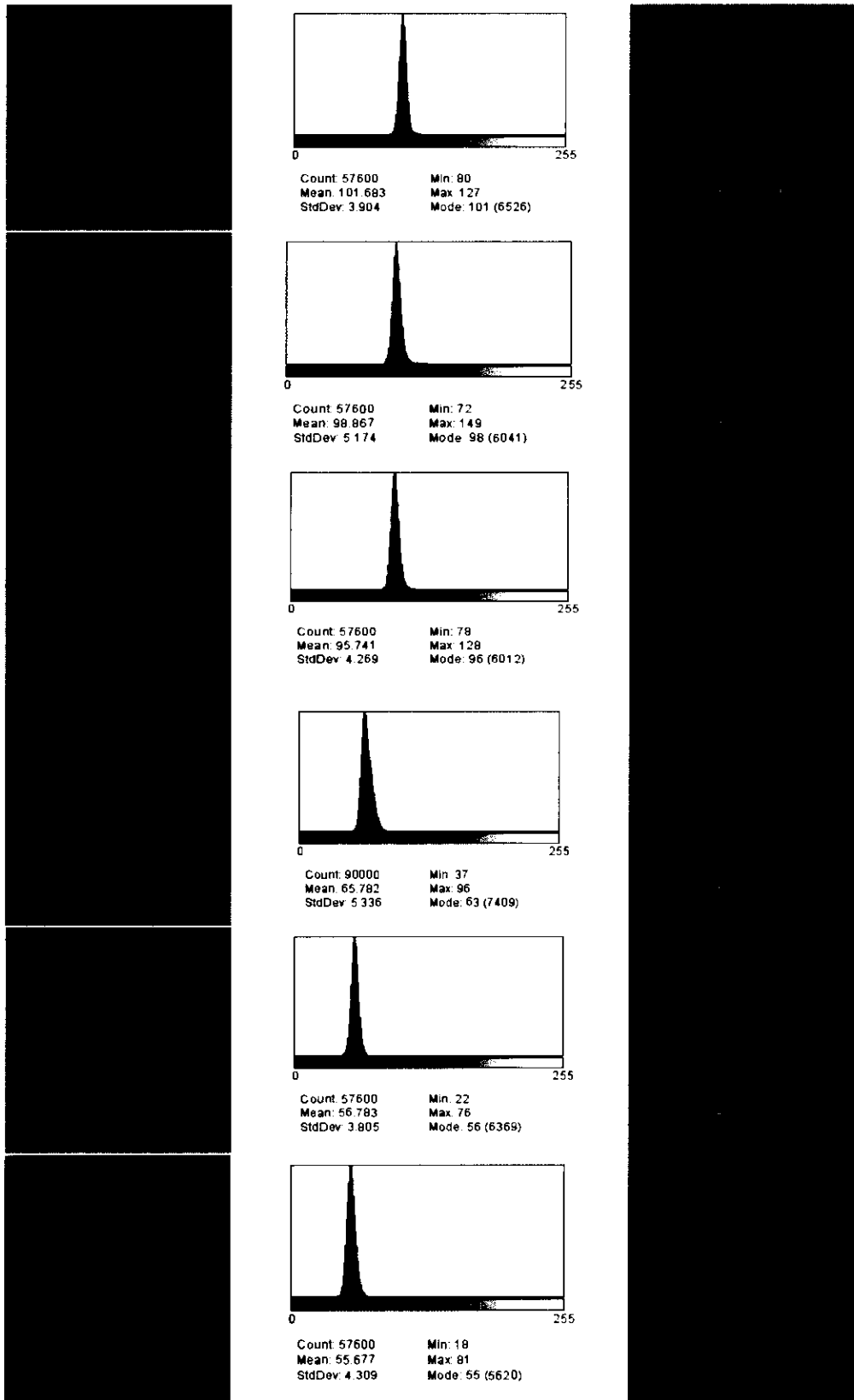
ตารางที่ 4.16 ค่าความเข้มข้นของภาพที่ได้จากข้าวพันธุ์พิษณุโลก2

อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่าความเข้มข้น			
	1-H-T	1-P-T	2-H-T	2-P-T
2	124.40 ^a ±3.58	116.65 ^a ±0.80	83.08 ⁱ ±1.69	84.80 ^f ±2.23
4	117.41 ^b ±1.55	115.09 ^a ±1.36	87.90 ^h ±2.29	86.21 ^f ±2.35
6	113.30 ^c ±2.03	103.46 ^b ±0.11	93.61 ^g ±1.10	86.97 ^f ±3.28
8	97.19 ^d ±2.56	96.04 ^c ±2.63	93.69 ^g ±1.60	93.44 ^e ±3.13
10	76.49 ^e ±2.20	86.47 ^d ±3.25	106.30 ^f ±0.00	106.58 ^d ±1.19
12	76.55 ^e ±2.26	84.63 ^d ±1.73	111.63 ^e ±0.52	109.67 ^{cd} ±1.04
14	63.44 ^f ±0.50	76.22 ^e ±3.22	116.91 ^d ±0.98	112.43 ^c ±0.83
16	55.81 ^g ±1.29	73.31 ^{ef} ±0.90	117.15 ^d ±1.73	122.27 ^b ±0.82
18	56.34 ^g ±2.31	71.99 ^f ±1.76	124.86 ^c ±1.12	124.97 ^b ±1.52
20	48.93 ^h ±2.29	66.21 ^g ±0.22	126.24 ^c ±1.30	125.50 ^b ±2.10
22	37.37 ⁱ ±2.37	61.55 ^h ±2.05	132.87 ^b ±0.50	140.71 ^a ±1.64
24	31.14 ^j ±3.20	42.17 ⁱ ±0.05	136.49 ^a ±3.20	142.31 ^a ±0.55

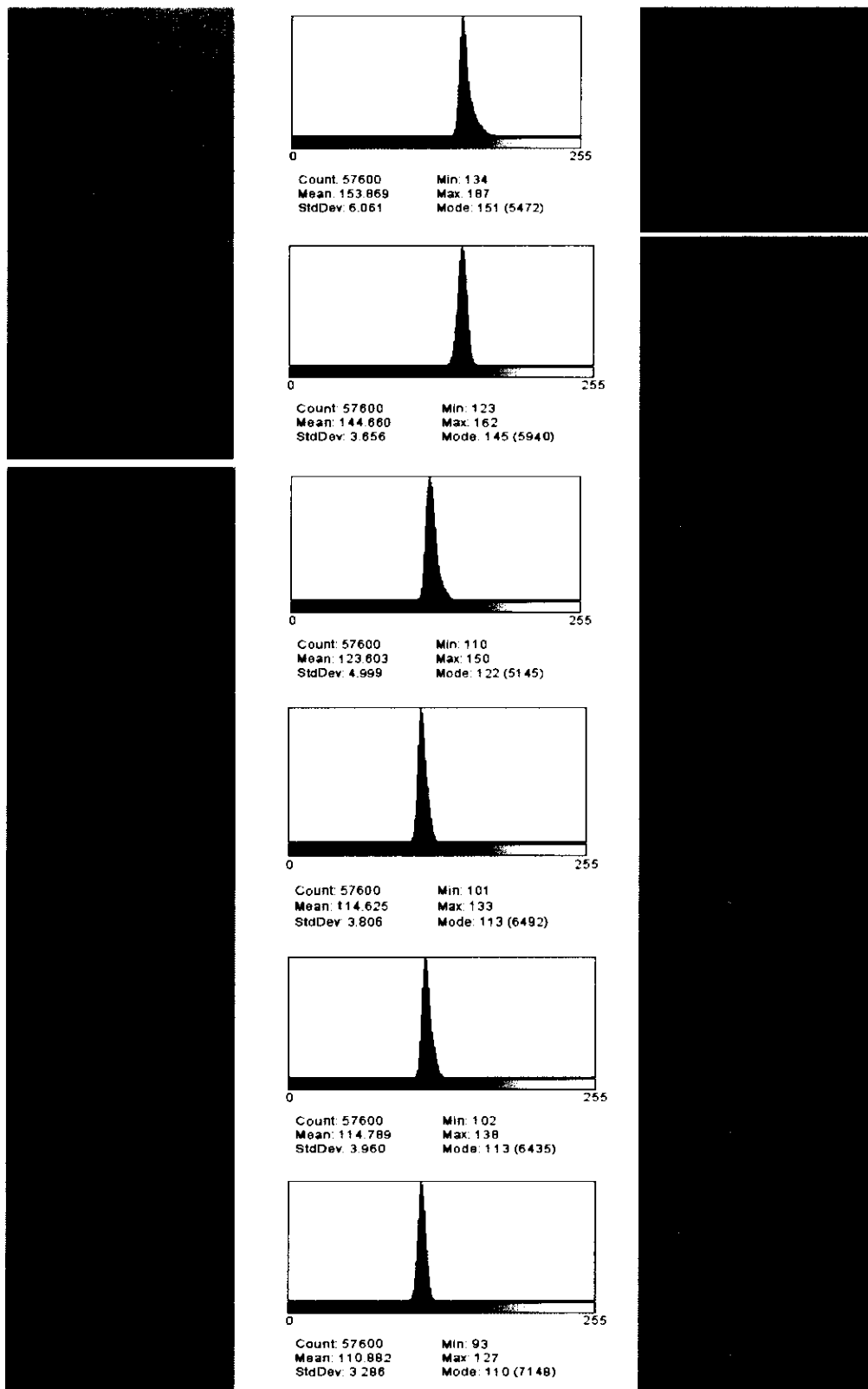
หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



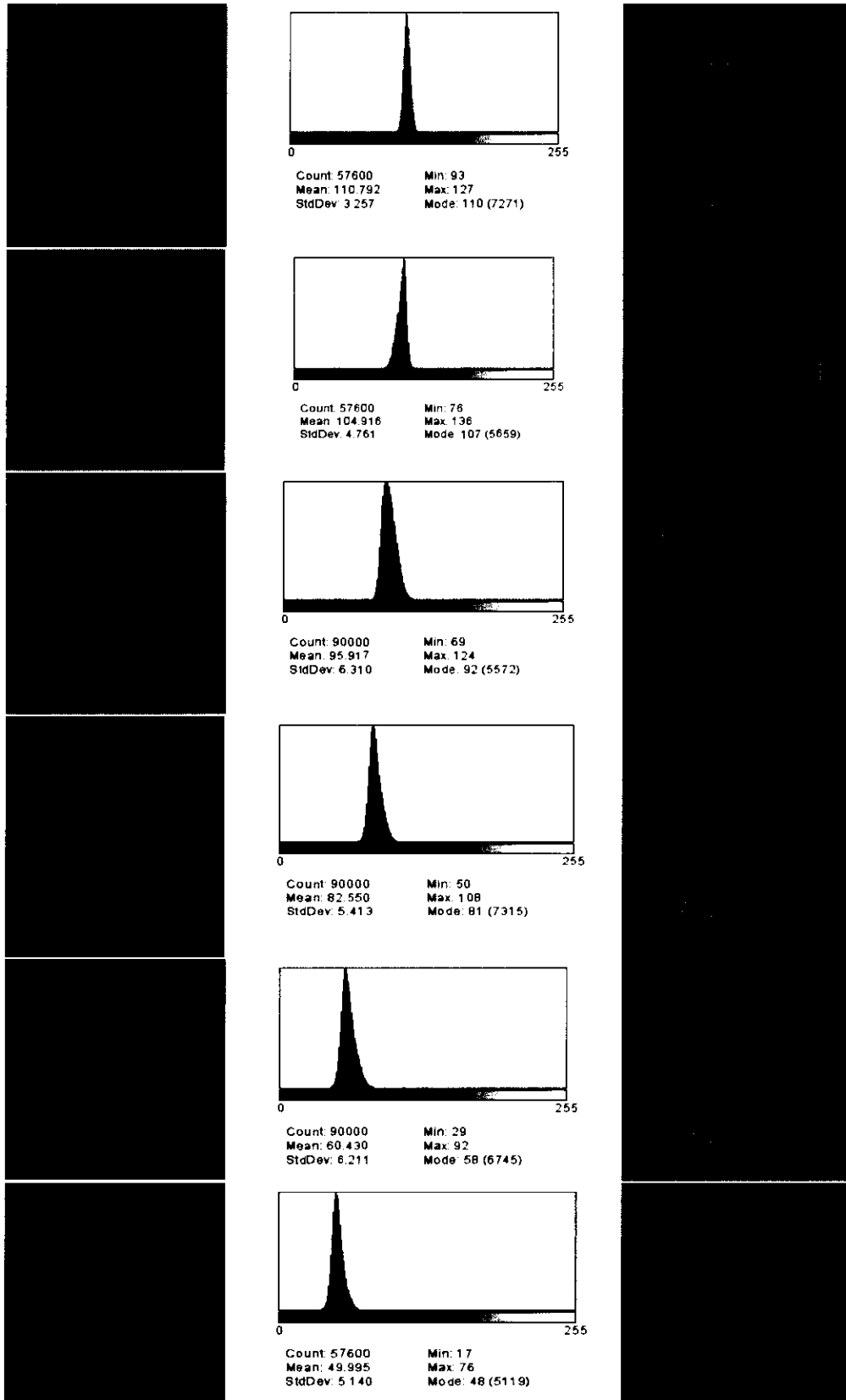
ภาพที่ 4.24 ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ สันป่าตอง ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-H-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



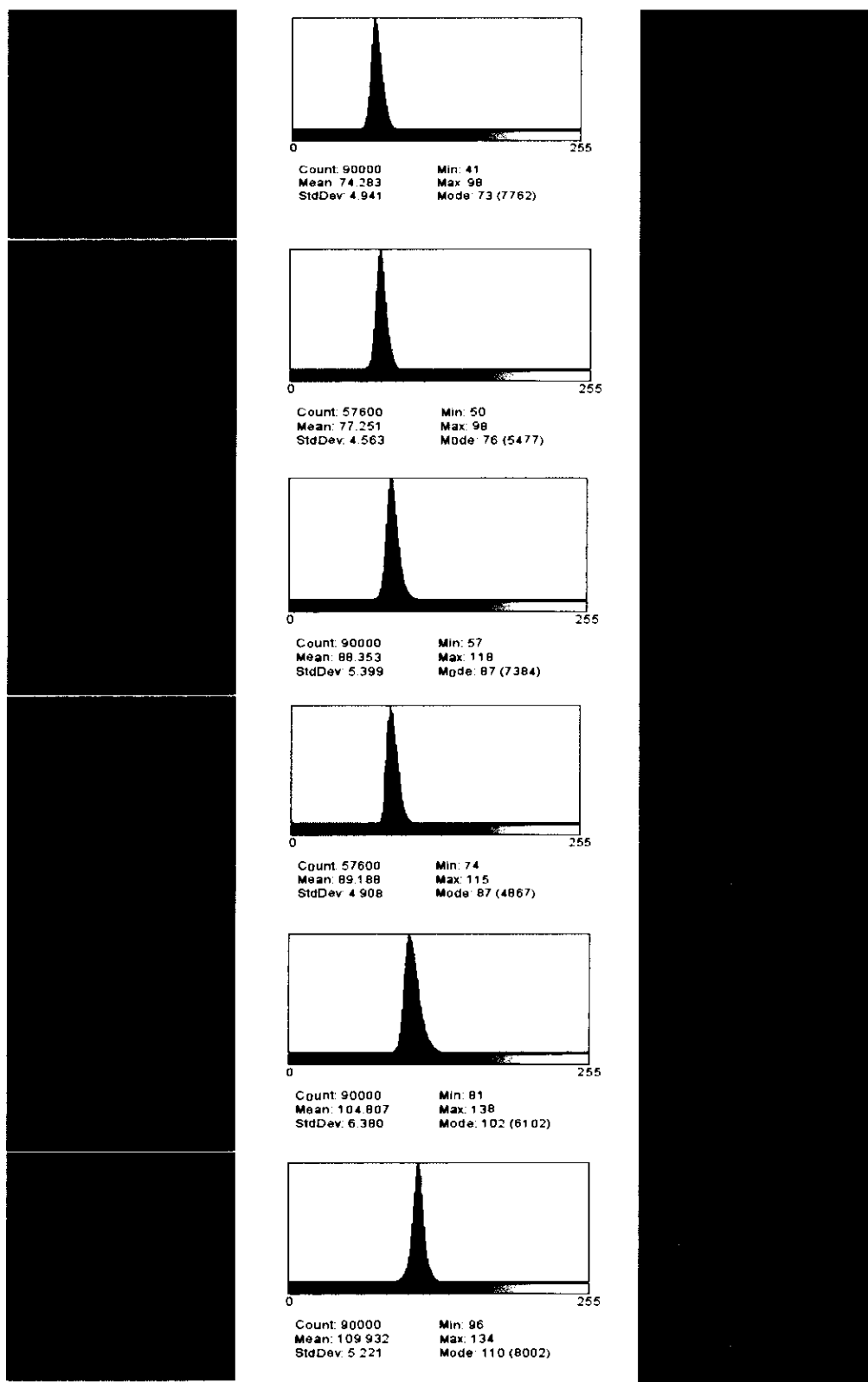
ภาพที่ 4.24(ต่อ) ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์สันป่าดอง ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-H-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



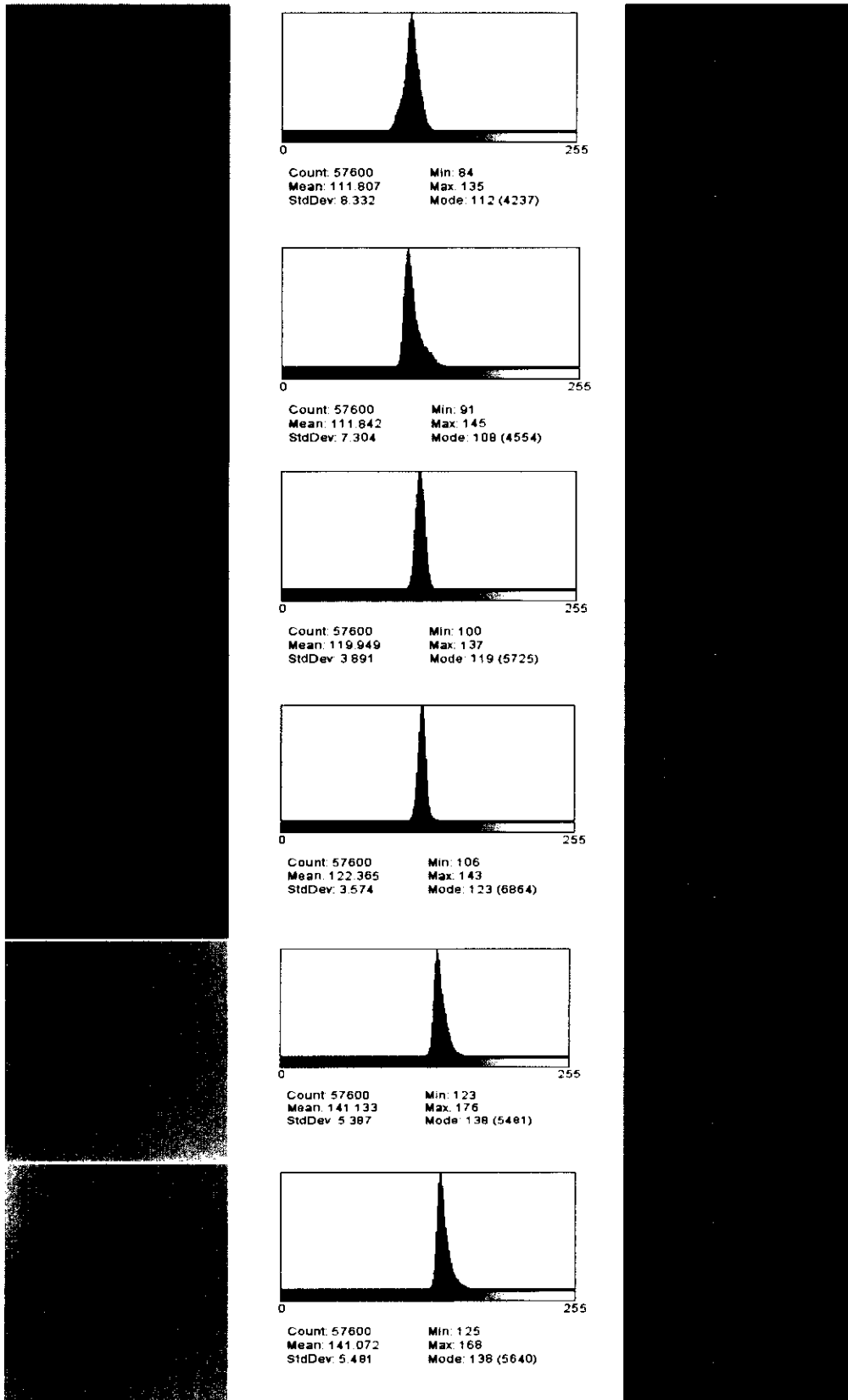
ภาพที่ 4.25 ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ สันป่าตอง ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-P-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



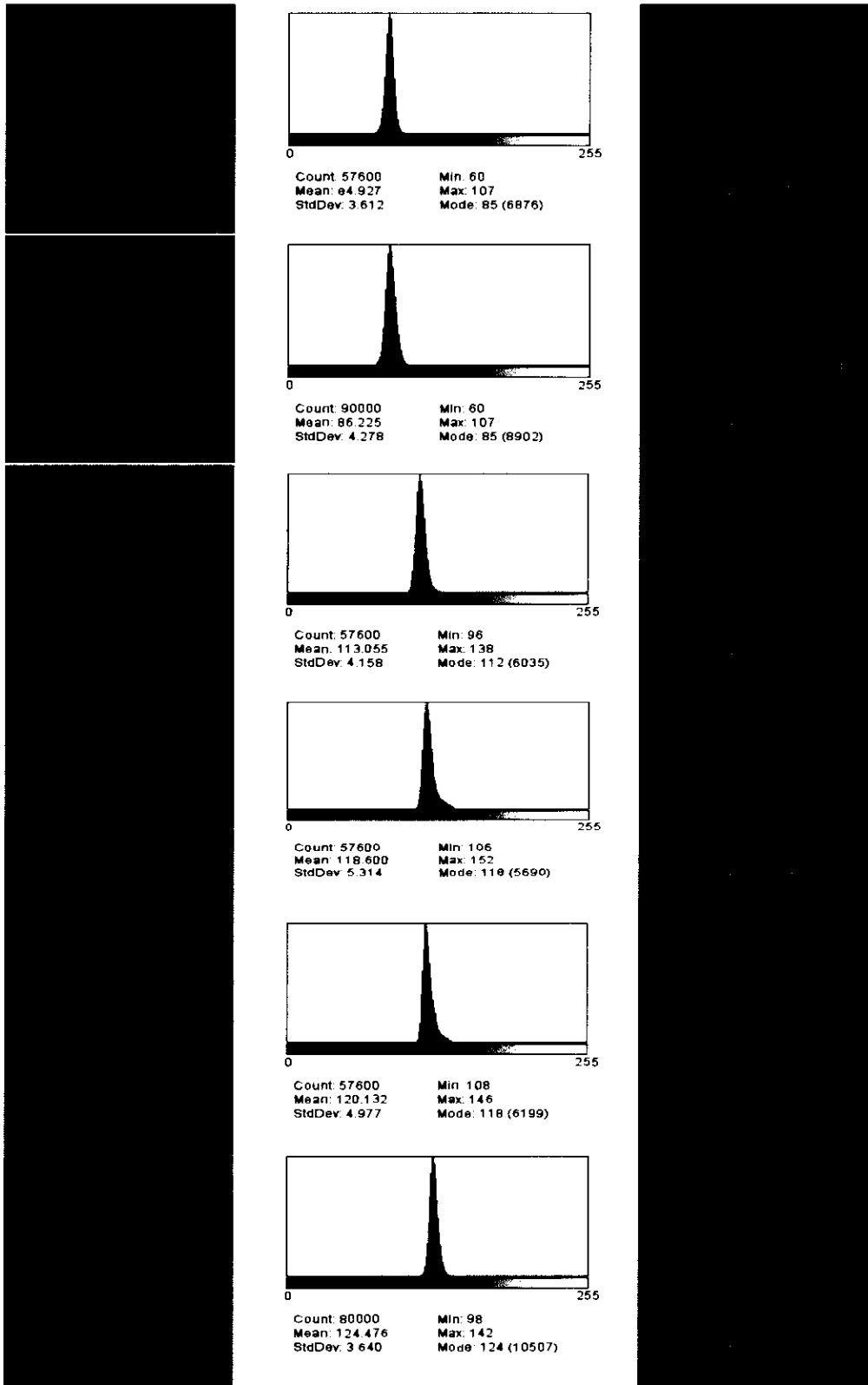
ภาพที่ 4.25(ต่อ) ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์สันป่าตอง ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-P-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



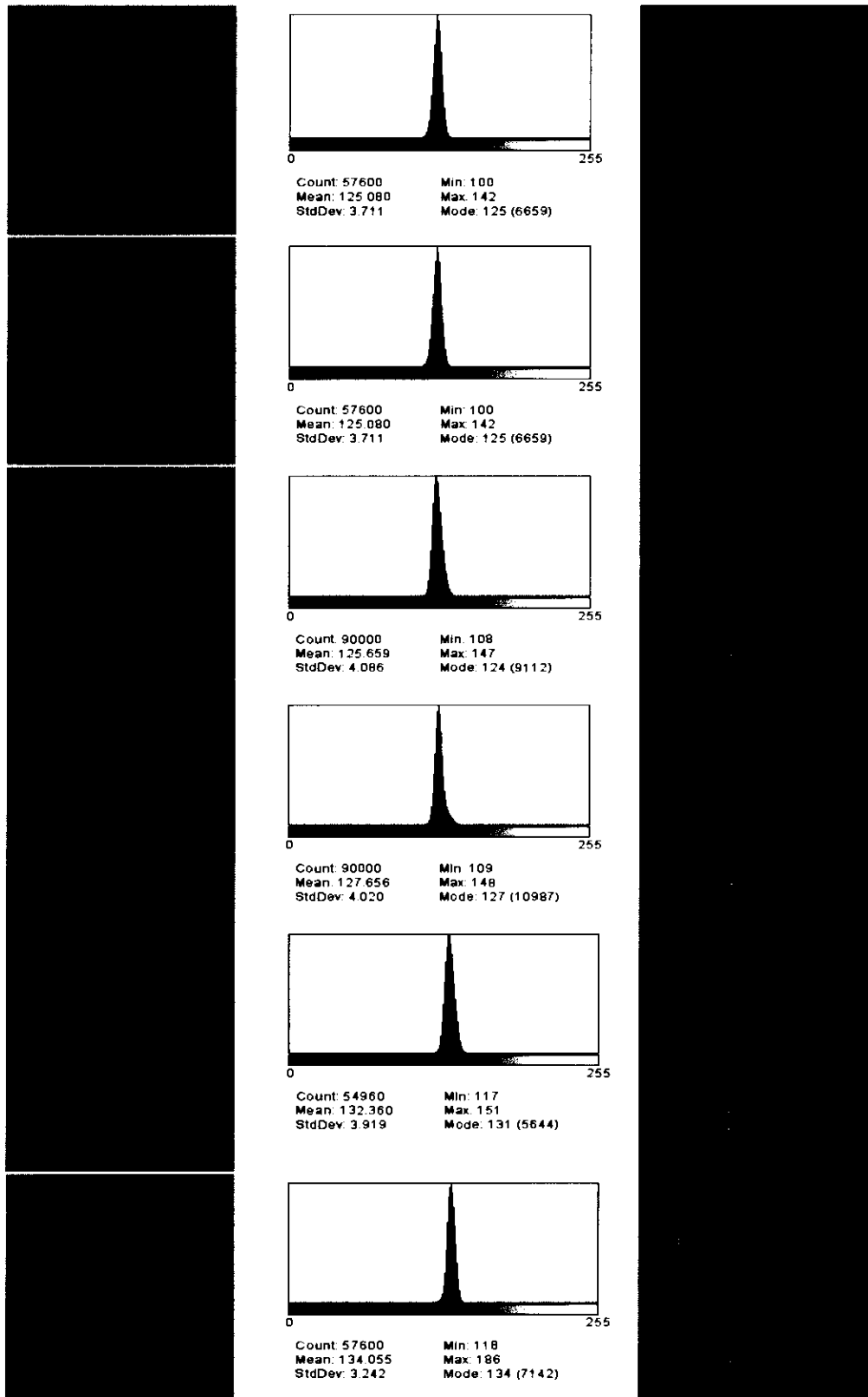
ภาพที่ 4.26 ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ สันป่าตอง ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 2-H-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



ภาพที่ 4.26(ต่อ) ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์สันป่าตอง ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 2-H-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



ภาพที่ 4.27 ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ สันป่าตอง ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 2-P-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)

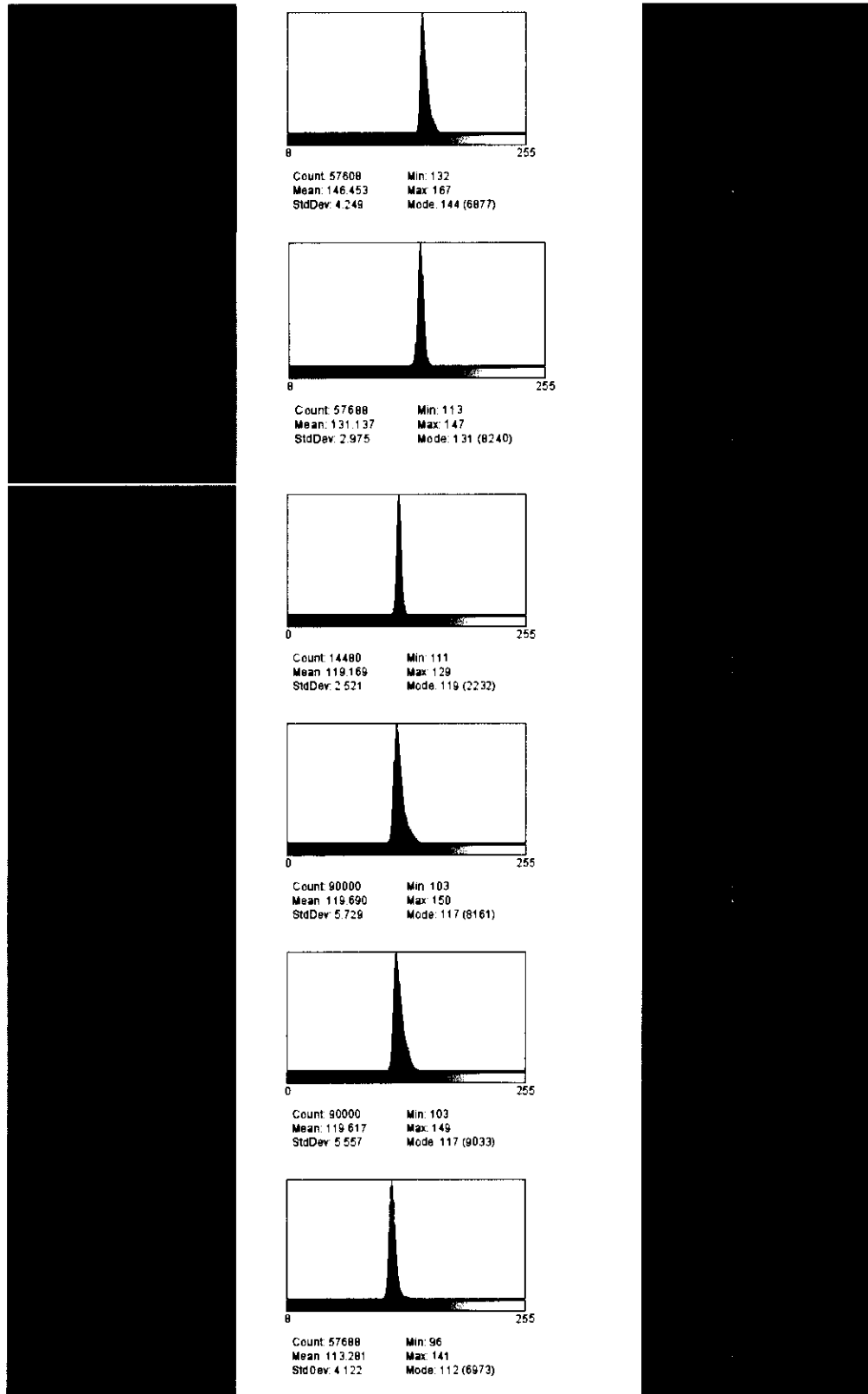


ภาพที่ 4.27(ต่อ) ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์สันป่าตอง ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 2-P-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)

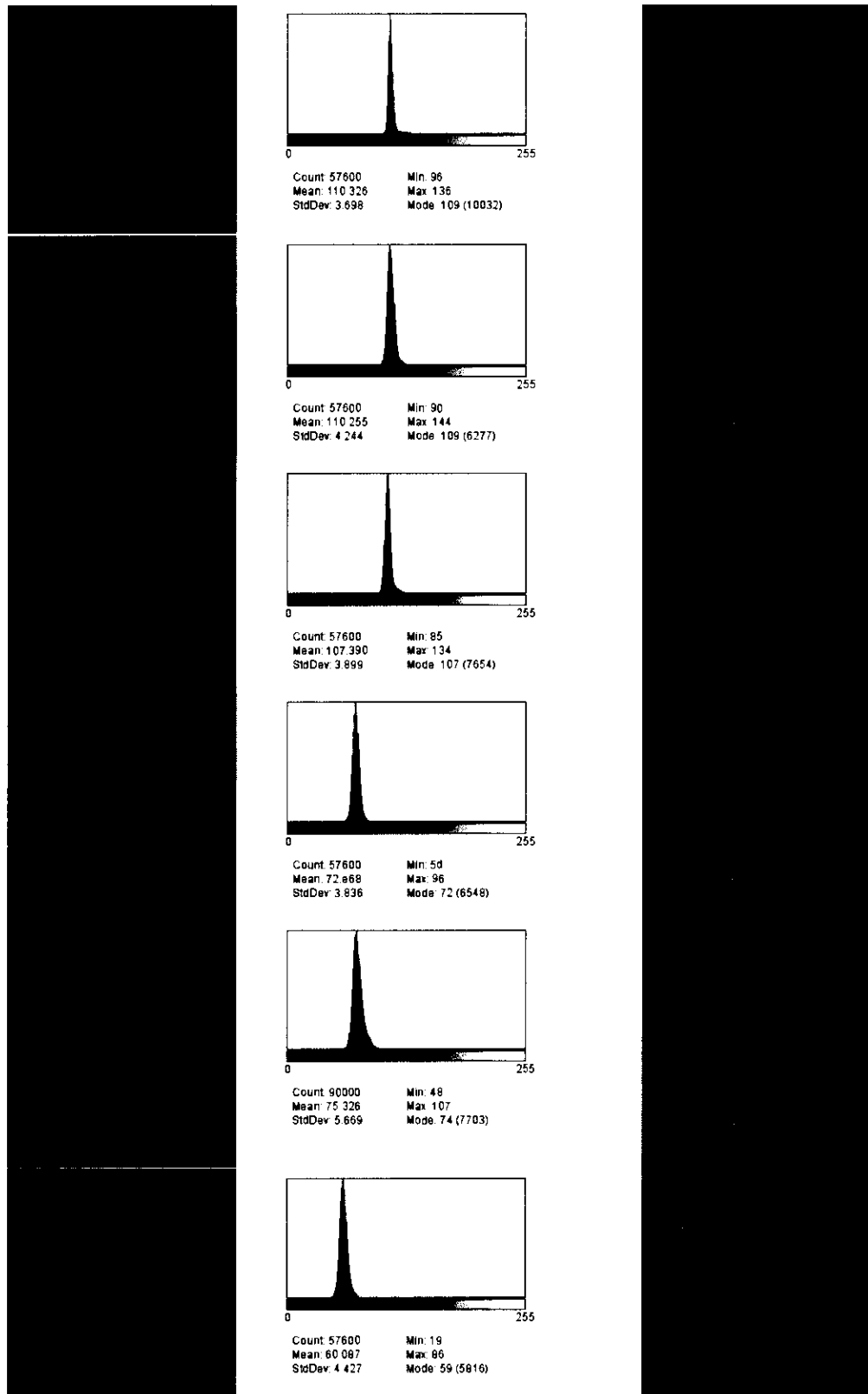
ตารางที่ 4.17 ค่าความเข้มสีของภาพที่ได้จากข้าวพันธุ์สันป่าดอง

อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่าความเข้มสี			
	1-H-T	1-P-T	2-H-T	2-P-T
2	124.88 ^a ±2.831	153.191 ^a ±0.58	74.63 ^g ±2.87	84.86 ^e ±3.28
4	122.63 ^{ab} ±1.86	145.77 ^b ±0.83	76.35 ^g ±2.75	86.23 ^e ±2.83
6	122.00 ^{ab} ±0.37	126.07 ^c ±3.16	86.36 ^f ±1.98	112.56 ^d ±6.60
8	118.99 ^{bc} ±1.53	116.51 ^d ±2.78	86.55 ^f ±2.43	120.97 ^c ±1.46
10	117.81 ^c ±1.73	115.97 ^d ±1.02	102.36 ^e ±2.37	121.61 ^c ±1.30
12	103.63 ^d ±1.94	111.88 ^e ±1.61	107.42 ^d ±279	124.67 ^{bc} ±3.17
14	102.47 ^d ±0.99	111.69 ^e ±1.43	111.37 ^c ±2.00	125.51 ^{bc} ±0.46
16	100.19 ^d ±3.05	107.41 ^f ±2.40	111.8 ^c ±0.19	125.84 ^{bc} ±3.17
18	93.20 ^e ±2.32	100.72 ^g ±4.16	120.90 ^b ±1.88	126.06 ^{bc} ±2.76
20	61.80 ^f ±3.45	80.55 ^h ±2.14	123.12 ^b ±2.12	127.74 ^b ±0.79
22	56.58 ^g ±2.28	63.19 ⁱ ±2.39	141.73 ^a ±0.90	132.43 ^a ±0.65
24	55.50 ^g ±0.17	49.52 ^j ±1.41	142.14 ^a ±1.09	134.60 ^a ±1.28

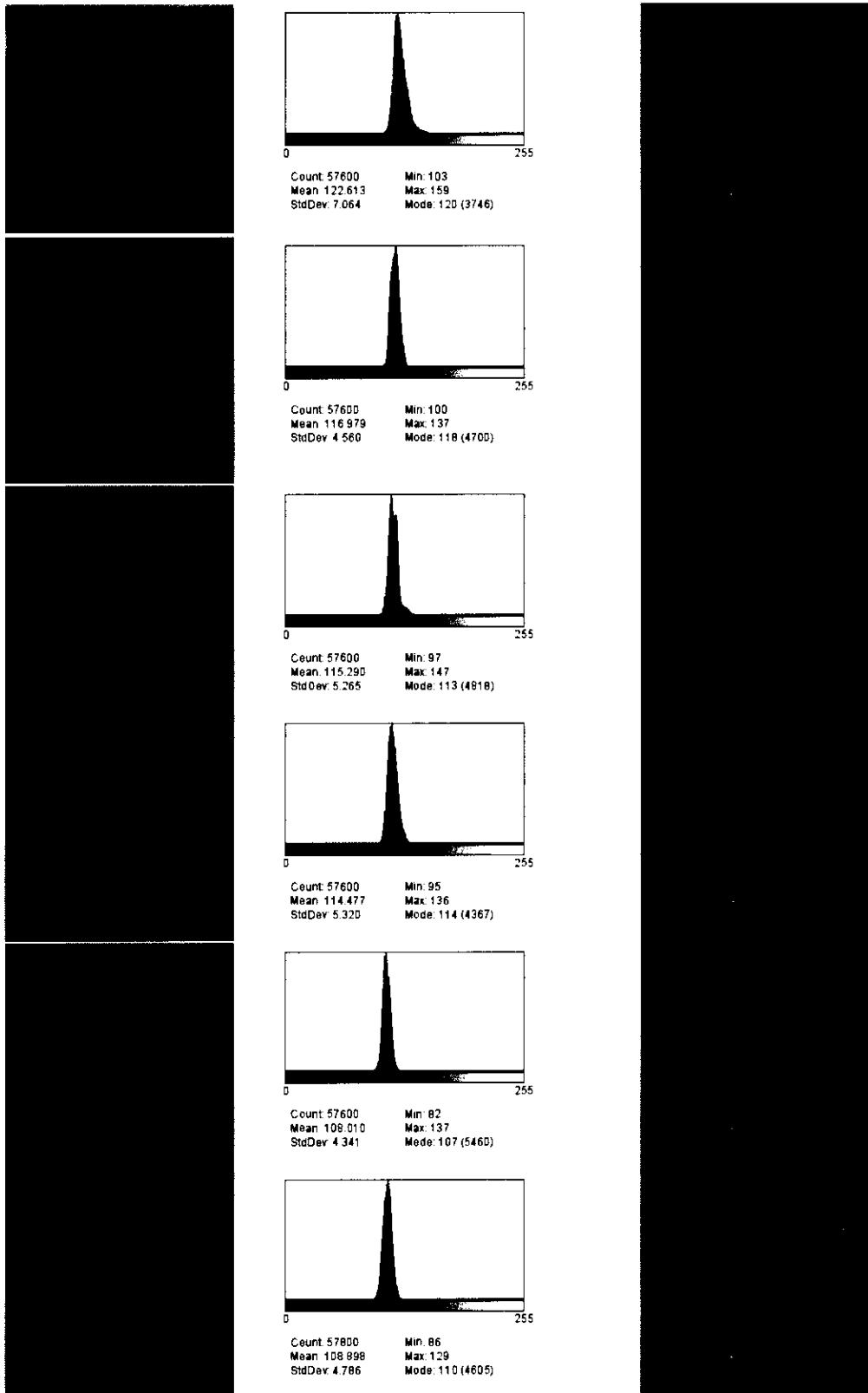
หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



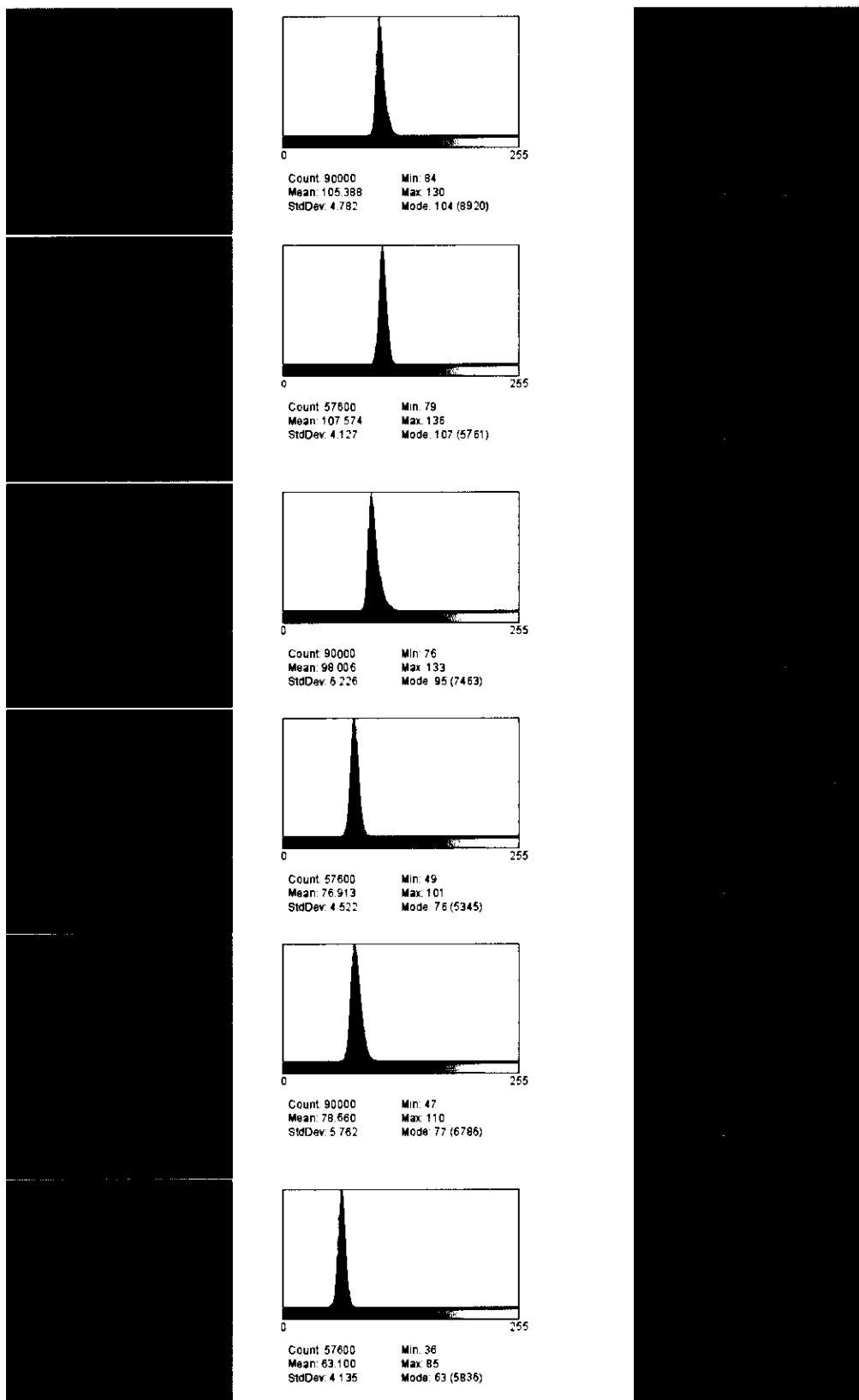
ภาพที่ 4.28 ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ กข6 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-H-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



ภาพที่ 4.28(ต่อ) ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ กข6 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-H-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



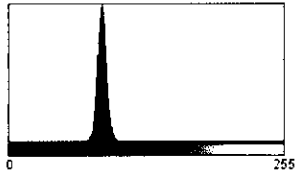
ภาพที่ 4.29 ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ กข6 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-P-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



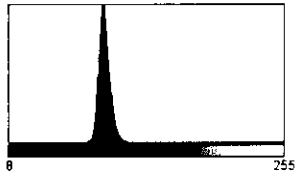
ภาพที่ 4.29(ต่อ) ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ กข6 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-P-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



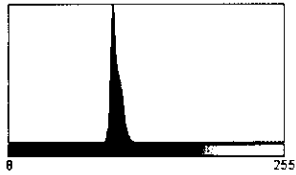
Count: 57608 Min: 60
 Mean: 84.391 Max: 181
 StdDev: 3.587 Mode: 85 (6718)



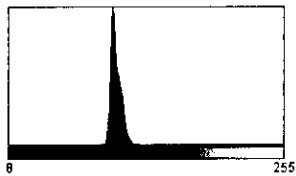
Count: 90000 Min: 68
 Mean: 86.021 Max: 188
 StdDev: 4.290 Mode: 86 (8848)



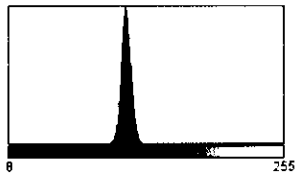
Count: 88800 Min: 57
 Mean: 88.353 Max: 118
 StdDev: 5.399 Mode: 87 (7384)



Count: 57600 Min: 82
 Mean: 88.917 Max: 122
 StdDev: 4.623 Mode: 96 (6132)

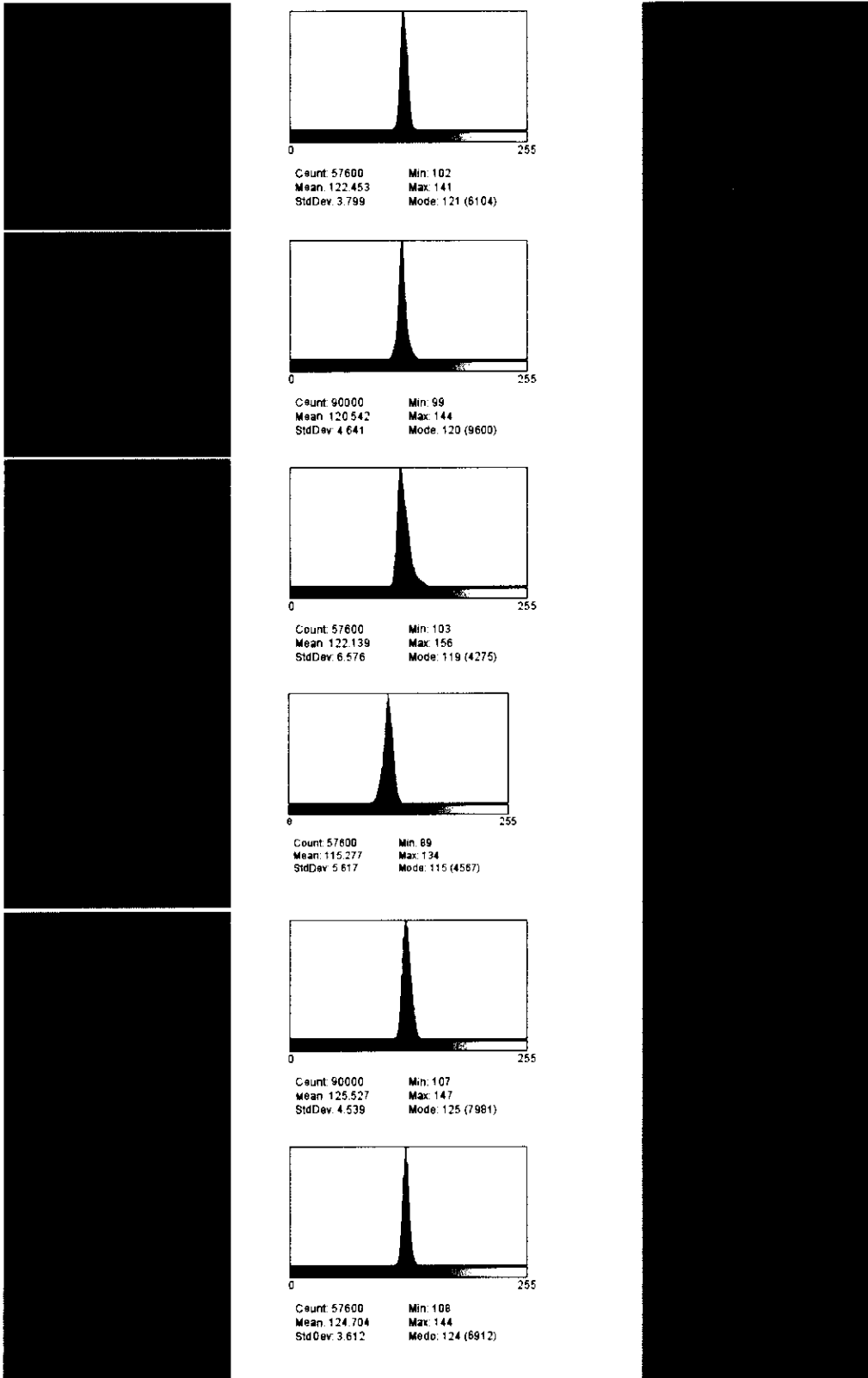


Count: 57600 Min: 83
 Mean: 98.976 Max: 120
 StdDev: 4.682 Mode: 86 (5836)

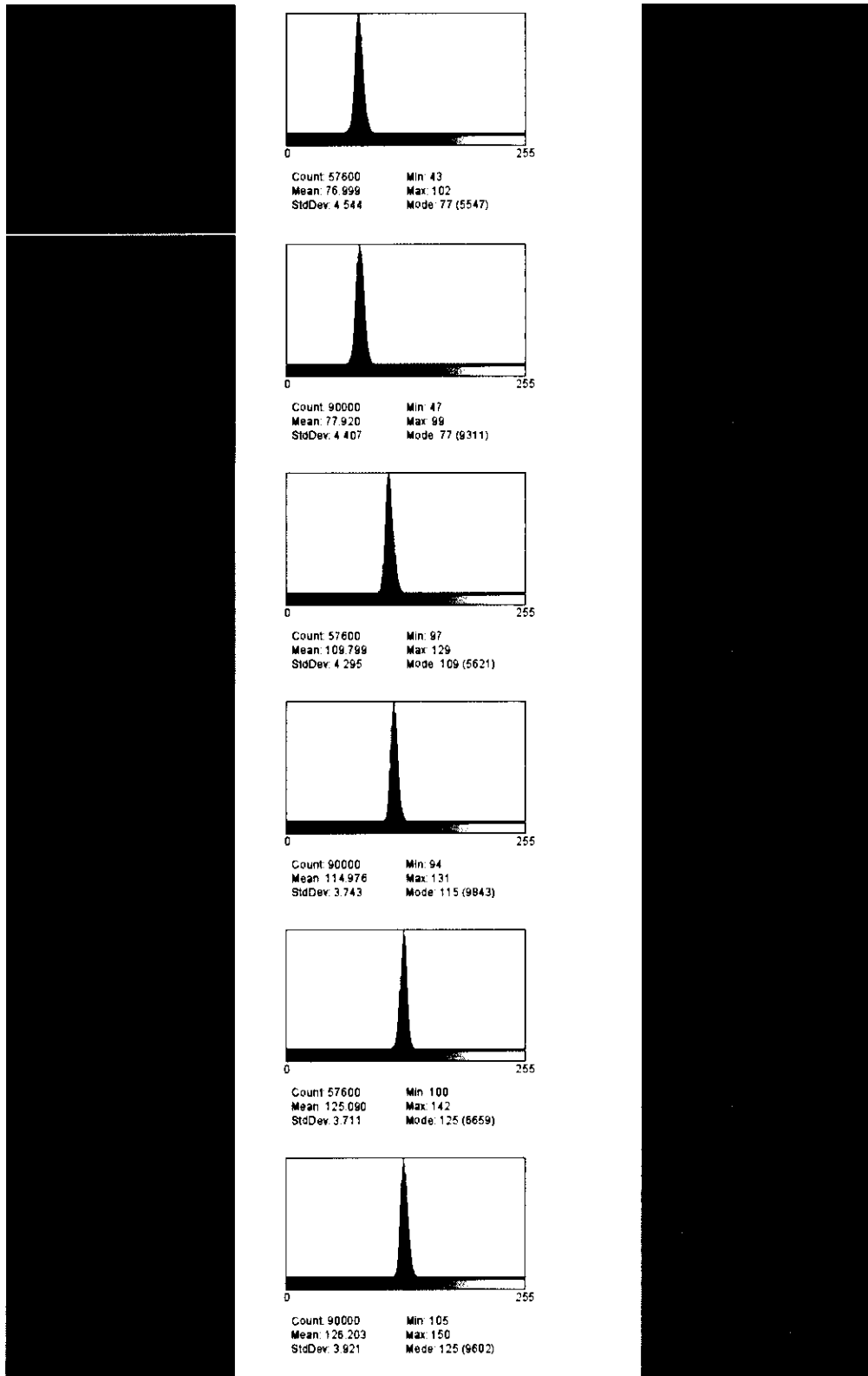


Count: 57608 Min: 78
 Mean: 108.717 Max: 129
 StdDev: 4.593 Mode: 108 (5268)

ภาพที่ 4.30 ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ กข6 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 2-H-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)

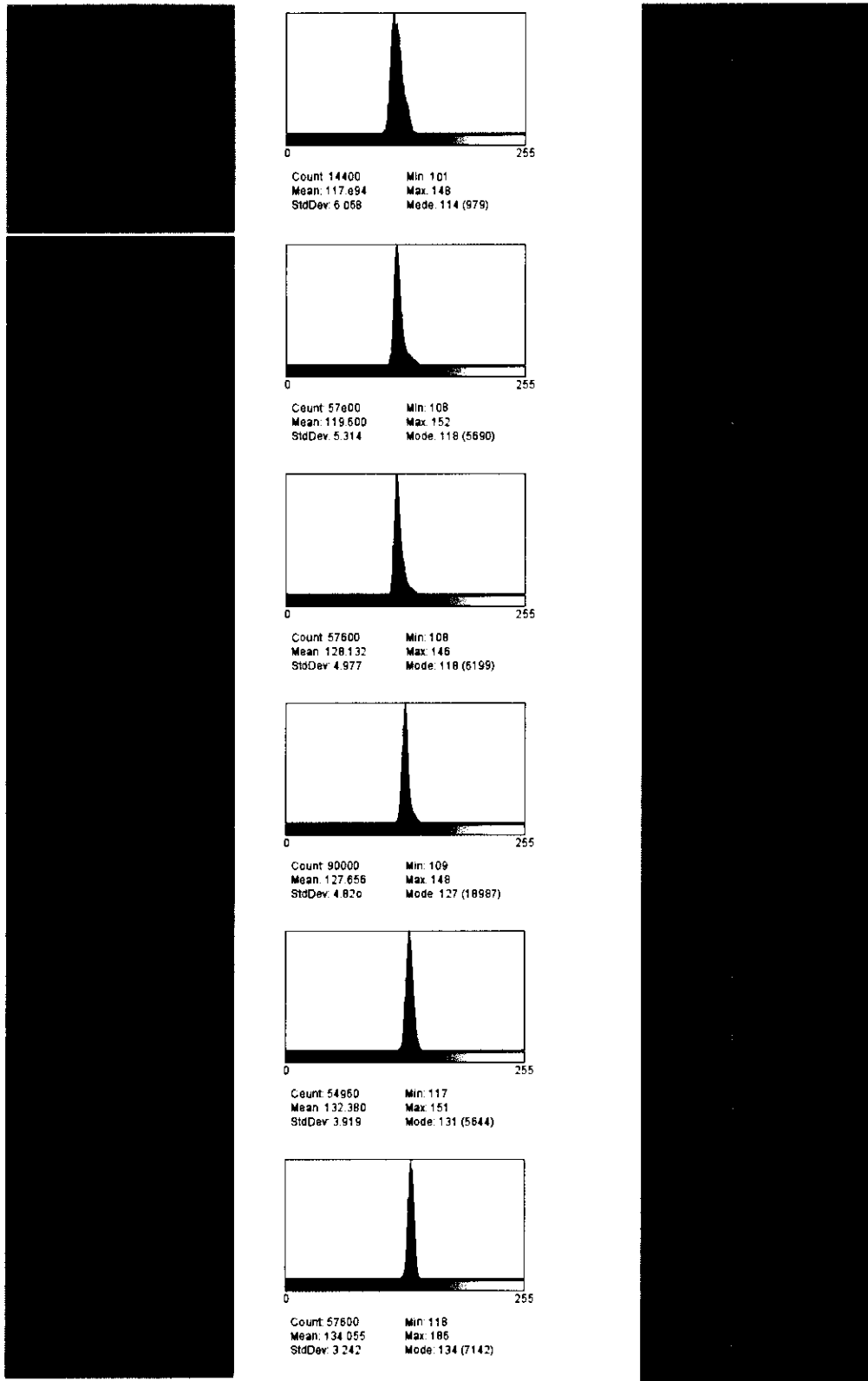


ภาพที่ 4.30(ต่อ) ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์ กข6 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 2-H-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



ภาพที่ 4.31 ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าวพันธุ์

กข6 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 2-P-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)



ภาพที่ 4.31(ต่อ) ตัวอย่างลักษณะสีของสารละลาย ระดับความเข้มสี และการเทียบค่าสีในระบบ Lab ของข้าว

พันธุ์ กข6 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 2-P-T (ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง)

ตารางที่ 4.18 ค่าความเข้มข้นของภาพที่ได้จากข้าวพันธุ์ กข6

อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่าความเข้มข้น			
	1-H-T	1-P-T	2-H-T	2-P-T
2	147.08 ^a ±0.67	121.42 ^a ±1.05	83.06 ^e ±1.37	76.42 ^g ±1.46
4	131.80 ^b ±1.01	118.79 ^a ±2.76	84.70 ^e ±1.39	77.57 ^g ±0.72
6	122.58 ^c ±0.94	114.72 ^b ±1.22	86.36 ^e ±1.98	110.89 ^f ±1.14
8	117.46 ^d ±1.89	113.86 ^b ±1.06	98.73 ^d ±0.81	113.66 ^f ±2.91
10	115.69 ^d ±3.46	107.83 ^c ±0.50	99.11 ^d ±0.11	117.25 ^e ±0.67
12	114.61 ^d ±2.25	106.16 ^{cd} ±3.20	112.07 ^c ±3.18	120.97 ^d ±1.46
14	109.50 ^e ±0.94	106.85 ^{cd} ±1.83	115.04 ^c ±3.32	124.18 ^c ±2.40
16	109.98 ^e ±0.88	103.99 ^d ±1.85	121.27 ^b ±0.67	124.52 ^{bc} ±3.80
18	106.87 ^e ±0.44	96.00 ^e ±2.11	122.27 ^{ab} ±3.18	126.67 ^{bc} ±2.04
20	76.90 ^f ±1.79	79.00 ^f ±0.66	122.80 ^{ab} ±1.60	127.74 ^b ±0.79
22	74.42 ^f ±1.91	74.16 ^g ±2.32	125.24 ^a ±3.14	132.43 ^a ±0.65
24	61.87 ^g ±2.57	63.37 ^h ±1.18	125.75 ^a ±2.25	134.60 ^a ±1.28

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากข้อมูลผลค่าสีที่ได้จากการทดลอง จะสอดคล้องกับผลจากตอนที่ผ่านมา ในส่วนของค่าดัชนีความใหม่-เก่าของข้าว จะเห็นว่าสีที่ได้จากการใช้วิธีทดสอบแบบที่ 1 (อินดิเคเตอร์) จะดีกว่า นั่นคือเห็นความแตกต่างของสีที่ชัดเจนกว่าสีที่ได้จากการทดสอบแบบที่ 2 (กิจกรรมเอ็นไซม์เพอร์ออกซิเดส) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้คัดเลือกแถบสีที่สื่อถึงอายุการเก็บรักษาที่ชัดเจน และจัดทำเป็นข้อมูลแถบสีสำเร็จรูปสำหรับนำไปใช้เปรียบเทียบสำหรับอุตสาหกรรม โดยไม่จำเป็นต้องวัดโดยใช้ spectrophotometer ตัวอย่างข้อมูลแถบสีสำหรับข้าวจำนวน 6 พันธุ์ ทั้งข้าวเจ้าและข้าวเหนียว ดังแสดงในภาพ



แถบสีสำหรับข้าวเก่า 1 เดือน

ค่าสี L : 59-60

ค่าสี a : (-25) – (-29)

ค่าสี b : 16-22

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 2 เดือน

ค่าสี L : 54-58

ค่าสี a : (-23) – (-25)

ค่าสี b : 14-16

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 3 เดือน

ค่าสี L : 51-53

ค่าสี a : (-18) – (-24)

ค่าสี b : 12-14

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 4 เดือน

ค่าสี L : 46-50

ค่าสี a : (-14) – (-17)

ค่าสี b : 7-12

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 5 เดือน

ค่าสี L : 35-45

ค่าสี a : (-13) – (-14)

ค่าสี b : 4-6

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 6 เดือน

ค่าสี L : 25-35

ค่าสี a : (-11) – (-13)

ค่าสี b : 0-3

ภาพที่ 4.32 ข้อมูลแถบสีสำหรับตรวจสอบความใหม่-เก่าของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-H-T (ใช้วิธีการตรวจสอบแบบที่ 1 โดยอินดิเคเตอร์)



แถบสีสำหรับข้าวเก่า 1 เดือน

ค่าสี L : 58-60

ค่าสี a : (-23) – (-26)

ค่าสี b : 17-29

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 2 เดือน

ค่าสี L : 42-57

ค่าสี a : (-22) – (-23)

ค่าสี b : 15-17

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 3 เดือน

ค่าสี L : 40-42

ค่าสี a : (-21) – (-22)

ค่าสี b : 12-16

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 4 เดือน

ค่าสี L : 33-39

ค่าสี a : (-18) – (-20)

ค่าสี b : 8-11

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 5 เดือน

ค่าสี L : 31-33

ค่าสี a : (-13) – (-17)

ค่าสี b : 6-8

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 6 เดือน

ค่าสี L : 29-30

ค่าสี a : (-12) – (-13)

ค่าสี b : 1-5

ภาพที่ 4.33 ข้อมูลแถบสีสำหรับตรวจสอบความใหม่-เก่าของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-P-T (ใช้วิธีการตรวจสอบแบบที่ 1 โดยอินดิเคเตอร์)

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 1 เดือน

ค่าสี L : 54-58

ค่าสี a : (-27) – (-29)

ค่าสี b : 17-18

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 2 เดือน

ค่าสี L : 51-53

ค่าสี a : (-24) – (-26)

ค่าสี b : 11-16

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 3 เดือน

ค่าสี L : 45-50

ค่าสี a : (-20) – (-23)

ค่าสี b : 8-11

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 4 เดือน

ค่าสี L : 38-44

ค่าสี a : (-19) – (-20)

ค่าสี b : 6-8

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 5 เดือน

ค่าสี L : 30-37

ค่าสี a : (-12) – (-18)

ค่าสี b : 4-6

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 6 เดือน

ค่าสี L : 24-29

ค่าสี a : (-8) – (-11)

ค่าสี b : 0-4

ภาพที่ 4.34 ข้อมูลแถบสีสำหรับตรวจสอบความใหม่-เก่าของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-H-T (ใช้วิธีการตรวจสอบแบบที่ 1 โดยอินดิเคเตอร์)

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 1 เดือน

ค่าสี L : 56-59

ค่าสี a : (-27) – (-28)

ค่าสี b : 25-28

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 2 เดือน

ค่าสี L : 50-54

ค่าสี a : (-23) – (-26)

ค่าสี b : 22-25

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 3 เดือน

ค่าสี L : 41-49

ค่าสี a : (-21) – (-23)

ค่าสี b : 18-21

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 4 เดือน

ค่าสี L : 35-40

ค่าสี a : (-16) – (-20)

ค่าสี b : 10-17

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 5 เดือน

ค่าสี L : 28-34

ค่าสี a : (-12) – (-15)

ค่าสี b : 6-9

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 6 เดือน

ค่าสี L : 20-27

ค่าสี a : (-9) – (-11)

ค่าสี b : 1-6

ภาพที่ 4.35 ข้อมูลแถบสีสำหรับตรวจสอบความใหม่-เก่าของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-P-T (ใช้วิธีการตรวจสอบแบบที่ 1 โดยอินดิเคเตอร์)

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 1 เดือน

ค่าสี L : 60-66

ค่าสี a : (-22) – (-23)

ค่าสี b : 13-14

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 2 เดือน

ค่าสี L : 52-59

ค่าสี a : (-20) – (-21)

ค่าสี b : 12-13

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 3 เดือน

ค่าสี L : 45-51

ค่าสี a : (-18) – (-20)

ค่าสี b : 11-12

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 4 เดือน

ค่าสี L : 42-44

ค่าสี a : (-14) – (-17)

ค่าสี b : 10-11

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 5 เดือน

ค่าสี L : 38-41

ค่าสี a : (-11) – (-13)

ค่าสี b : 6-9

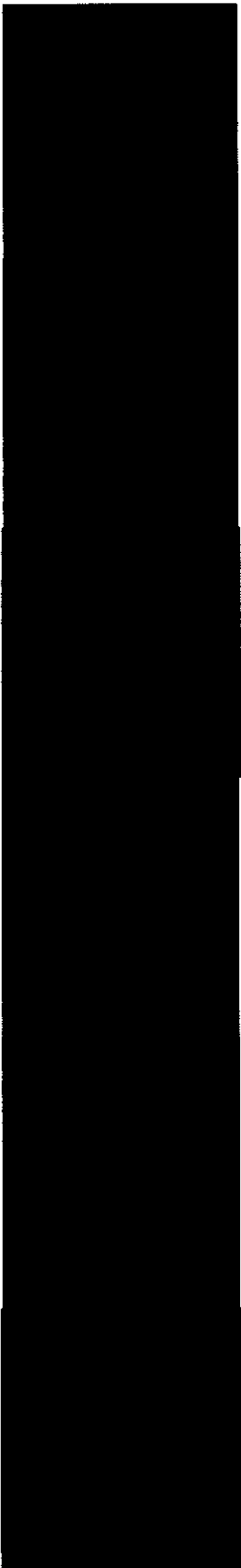
แถบสีสำหรับข้าวเก่า 6 เดือน

ค่าสี L : 29-37

ค่าสี a : (-8) – (-10)

ค่าสี b : 1-8

ภาพที่ 4.36 ข้อมูลแถบสีสำหรับตรวจสอบความใหม่-เก่าของข้าวพันธุ์ชัยนาท2 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-H-T (ใช้วิธีการตรวจสอบแบบที่ 1 โดยอินดิเคเตอร์)



แถบสีสำหรับข้าวเก่า 1 เดือน

ค่าสี L : 58-62

ค่าสี a : (-29) – (-30)

ค่าสี b : 23-27

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 2 เดือน

ค่าสี L : 54-57

ค่าสี a : (-22) – (-28)

ค่าสี b : 20-22

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 3 เดือน

ค่าสี L : 49-53

ค่าสี a : (-20) – (-22)

ค่าสี b : 19-20

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 4 เดือน

ค่าสี L : 40-48

ค่าสี a : (-18) – (-19)

ค่าสี b : 17-19

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 5 เดือน

ค่าสี L : 30-39

ค่าสี a : (-13) – (-17)

ค่าสี b : 14-16

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 6 เดือน

ค่าสี L : 24-29

ค่าสี a : (-11) – (-13)

ค่าสี b : 7-13

ภาพที่ 4.37 ข้อมูลแถบสีสำหรับตรวจสอบความใหม่-เก่าของข้าวพันธุ์ชัยนาท2 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-P-T (ใช้วิธีการตรวจสอบแบบที่ 1 โดยอินดิเคเตอร์)

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 1 เดือน

ค่าสี L : 52-56

ค่าสี a : (-25) – (-30)

ค่าสี b : 16-22

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 2 เดือน

ค่าสี L : 44-51

ค่าสี a : (-21) – (-24)

ค่าสี b : 15-16

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 3 เดือน

ค่าสี L : 33-43

ค่าสี a : (-19) – (-21)

ค่าสี b : 12-14

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 4 เดือน

ค่าสี L : 30-32

ค่าสี a : (-14) – (-19)

ค่าสี b : 10-12

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 5 เดือน

ค่าสี L : 26-30

ค่าสี a : (-11) – (-13)

ค่าสี b : 6-11

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 6 เดือน

ค่าสี L : 24-25

ค่าสี a : (-8) – (-10)

ค่าสี b : 1-5

ภาพที่ 4.38 ข้อมูลแถบสีสำหรับตรวจสอบความใหม่-เก่าของข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-H-T (ใช้วิธีการตรวจสอบแบบที่ 1 โดยอินดิเคเตอร์)

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 1 เดือน

ค่าสี L : 55-60

ค่าสี a : (-23) – (-26)

ค่าสี b : 17-29

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 2 เดือน

ค่าสี L : 45-54

ค่าสี a : (-20) – (-22)

ค่าสี b : 15-16

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 3 เดือน

ค่าสี L : 40-44

ค่าสี a : (-19) – (-20)

ค่าสี b : 12-14

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 4 เดือน

ค่าสี L : 33-39

ค่าสี a : (-14) – (-18)

ค่าสี b : 8-11

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 5 เดือน

ค่าสี L : 30-32

ค่าสี a : (-10) – (-13)

ค่าสี b : 6-8

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 6 เดือน

ค่าสี L : 29-30

ค่าสี a : (-6) – (-9)

ค่าสี b : 1-6

ภาพที่ 4.39 ข้อมูลแถบสีสำหรับตรวจสอบความใหม่-เก่าของข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-P-T (ใช้วิธีการตรวจสอบแบบที่ 1 โดยอินดิเคเตอร์)

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 1 เดือน

ค่าสี L : 59-60

ค่าสี a : (-23) – (-29)

ค่าสี b : 17-22

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 2 เดือน

ค่าสี L : 56-59

ค่าสี a : (-20) – (-22)

ค่าสี b : 14-16

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 3 เดือน

ค่าสี L : 49-55

ค่าสี a : (-19) – (-20)

ค่าสี b : 11-13

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 4 เดือน

ค่าสี L : 41-49

ค่าสี a : (-15) – (-18)

ค่าสี b : 8-10

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 5 เดือน

ค่าสี L : 35-40

ค่าสี a : (-11) – (-13)

ค่าสี b : 4-8


แถบสีสำหรับข้าวเก่า 6 เดือน

ค่าสี L : 25-34

ค่าสี a : (-10) – (-11)

ค่าสี b : 2-3

ภาพที่ 4.40 ข้อมูลแถบสีสำหรับตรวจสอบความใหม่-เก่าของข้าวพันธุ์สันป่าดอง ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-H-T (ใช้วิธีการตรวจสอบแบบที่ 1 โดยอินดิเคเตอร์)



แถบสีสำหรับข้าวเก่า 1 เดือน

ค่าสี L : 60-20

ค่าสี a : (-25) – (-27)

ค่าสี b : 20-22

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 2 เดือน

ค่าสี L : 58-59

ค่าสี a : (-19) – (-24)

ค่าสี b : 18-20

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 3 เดือน

ค่าสี L : 51-57

ค่าสี a : (-16) – (-18)

ค่าสี b : 16-18

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 4 เดือน

ค่าสี L : 49-51

ค่าสี a : (-13) – (-15)

ค่าสี b : 13-18

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 5 เดือน

ค่าสี L : 38-48

ค่าสี a : (-12) – (-13)

ค่าสี b : 9-12

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 6 เดือน

ค่าสี L : 29-37

ค่าสี a : (-11) – (-12)

ค่าสี b : 7-8

ภาพที่ 4.41 ข้อมูลแถบสีสำหรับตรวจสอบความใหม่-เก่าของข้าวพันธุ์สันป่าดอง ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพ 1-P-T (ใช้วิธีการตรวจสอบแบบที่ 1 โดยอินดิเคเตอร์)

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 1 เดือน

ค่าสี L : 58-62

ค่าสี a : (-23) – (-25)

ค่าสี b : 22-26

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 2 เดือน

ค่าสี L : 51-57

ค่าสี a : (-21) – (-23)

ค่าสี b : 20-21

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 3 เดือน

ค่าสี L : 44-50

ค่าสี a : (-18) – (-20)

ค่าสี b : 15-19

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 4 เดือน

ค่าสี L : 34-43

ค่าสี a : (-12) – (-14)

ค่าสี b : 10-15

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 5 เดือน

ค่าสี L : 29-33

ค่าสี a : (-9) – (-11)

ค่าสี b : 4-10

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 6 เดือน

ค่าสี L : 25-28

ค่าสี a : (-6) – (-8)

ค่าสี b : 0-3

ภาพที่ 4.42 ข้อมูลแถบสีสำหรับตรวจสอบความใหม่-เก่าของข้าวพันธุ์ กข6 ระหว่างการเก็บรักษา
ในสภาพ 1-H-T (ใช้วิธีการตรวจสอบแบบที่ 1 โดยอินดิเคเตอร์)

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 1 เดือน

ค่าสี L : 58-60

ค่าสี a : (-23) – (-27)

ค่าสี b : 18-22

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 2 เดือน

ค่าสี L : 54-57

ค่าสี a : (-18) – (-22)

ค่าสี b : 15-18

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 3 เดือน

ค่าสี L : 52-54

ค่าสี a : (-15) – (-17)

ค่าสี b : 12-14

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 4 เดือน

ค่าสี L : 47-51

ค่าสี a : (-11) – (-14)

ค่าสี b : 11-12

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 5 เดือน

ค่าสี L : 39-46

ค่าสี a : (-10) – (-11)

ค่าสี b : 9-11

แถบสีสำหรับข้าวเก่า 6 เดือน

ค่าสี L : 28-38

ค่าสี a : (-9) – (-10)

ค่าสี b : 1-8

ภาพที่ 4.43 ข้อมูลแถบสีสำหรับตรวจสอบความใหม่-เก่าของข้าวพันธุ์กข6 ระหว่างการเก็บรักษา
ในสภาพ 1-P-T (ใช้วิธีการตรวจสอบแบบที่ 1 โดยอินดิเคเตอร์)

โครงการวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาแถบสีดังกล่าว (ภาพที่ 4.32-4.43) สำหรับข้าวทุกพันธุ์ที่ทำการทดลองจำนวน 6 พันธุ์ ซึ่งจะทำให้ได้แถบสีสำหรับใช้ตรวจสอบความใหม่เก่าของข้าวได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นชุดทดสอบข้าวเก่าอย่างง่ายที่โครงการวิจัยนี้พัฒนาขึ้นประกอบด้วยการใช้สารละลายอินดิเคเตอร์ร่วมกับแถบสี โดยมีขั้นตอนการใช้งานดังนี้

1) เตรียมสารละลายอินดิเคเตอร์โดยชั่งสาร bromothymol blue 0.3 กรัม ละลายในเอทานอล 150 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่นลงไป 50 มิลลิลิตร จะได้สารละลายตั้งต้นซึ่งสามารถเตรียมเป็นสารละลายที่พร้อมใช้งาน โดยการเจือจางในน้ำกลั่นโดยใช้อัตราส่วน 1 : 30 โดยปริมาตรจากนั้นทำการปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ให้เป็นกลาง (pH 7.0) โดยใช้สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

2) นำตัวอย่างข้าวสารที่ต้องการตรวจสอบ 10 กรัมใส่ลงไปในหลอดทดลอง

3) เติมสารละลายอินดิเคเตอร์ที่เตรียมได้จากข้อ (1) ลงไป 20 มิลลิลิตร ทิ้งไว้

5 นาที

4) แยกสารละลายที่ได้ออกจากตัวอย่างข้าวที่นำมาทำการทดสอบ และนำสารละลายที่ได้มาทำการเปรียบเทียบแถบสีดังกล่าว(ภาพที่ 4.32-4.43)อ่านค่าความเก่าของข้าวจากแถบสี

การใช้แถบสีดังกล่าวจะช่วยเพิ่มทางเลือกในการตรวจสอบความใหม่-เก่าของข้าวได้โดยวิธีการอย่างง่าย และใช้เวลาน้อยกว่า 10 นาทีต่อ 1 ตัวอย่าง โดยมีต้นทุนในการตรวจสอบต่ำมาก เนื่องจากสารละลายที่ใช้ตรวจสอบเป็นสารละลายอินดิเคเตอร์ bromothymol blue เท่านั้น (แต่จะมีขั้นตอนในการเตรียมที่ต้องมีการปรับ ค่าความเป็นกรด-ด่าง)

การตรวจสอบความใหม่-เก่าของข้าวโดยทั่วไปนอกจากจะใช้วิธีการทางประสาทสัมผัส โดยการหุงแล้วทำการชิมโดยผู้ที่มีความชำนาญ ซึ่งเป็นวิธีพื้นฐานโดยทั่วไปแล้ว มีการพัฒนาวิธีการตรวจสอบความใหม่-เก่าของข้าวโดยวิธีการอื่น ๆ เช่นวิธีการทางกายภาพ โดยการทดสอบความแข็งหรือความเหนียว หรือสัดส่วนของความเหนียว/ความแข็งด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (texture analyzer) (Ohno & Ohisa, 2005; Ohno *et al.*, 2007) นอกจากนี้ยังสามารถใช้วิธีการทางเคมีโดยอาศัยดัชนีบ่งชี้ทางเคมี เช่น ปริมาณกรดไขมันอิสระหรือการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอ็นไซม์ เช่น เพอร์ออกซิเดส หรือ แคทาเลส (Chen & Chen, 2003; Noda *et al.*, 2005; Matsukura *et al.*, 2000) หรือใช้วิธีการตรวจสอบความเข้มของสีภายใต้แสงฟลูออเรสเซน (Hachiya *et al.*, 2009) โดยวิธีการตรวจสอบจากดัชนีทางเคมีได้แก่กรดไขมันอิสระ และการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอ็นไซม์เพอร์ออกซิเดส ซึ่งสามารถตรวจสอบโดยการทำให้เกิดสีกับสารละลาย guaiacol เป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมและใช้กันทั่วไปโดยเฉพาะในประเทศญี่ปุ่น (Hachiya *et al.*, 2009) โดยได้มีการพัฒนาเครื่องมือตรวจวิเคราะห์ความใหม่-เก่าของข้าวออกมาจำหน่ายทางการค้าแล้ว โดยอาศัยหลักการทำให้เกิดสี และใช้เทคนิควิเคราะห์ภาพ ซึ่งจำเป็น

จะต้องใช้จำนวนภาพในปริมาณมากเพื่อลดความผิดพลาดจากการทดสอบ และราคาของเครื่องมือยังมีราคาที่สูงมาก

โดยอาศัยหลักการเดียวกันในการเปรียบเทียบสี งานวิจัยนี้ได้ทำการตรวจสอบประสิทธิภาพของการทดสอบความใหม่-เก่าของข้าวที่นิยมปลูกในประเทศไทยจำนวน 6 พันธุ์ ทั้งข้าวเจ้าและข้าวเหนียว พบว่าวิธีการตรวจสอบโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันอิสระ ซึ่งจะทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างบริเวณผิวของข้าวเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา และทำการตรวจสอบสีที่เปลี่ยนไปโดยสารละลายอินดิเคเตอร์ มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ในทางปฏิบัติ จึงได้ทำการพัฒนาแถบสีสำหรับวัดความใหม่-เก่าของข้าวโดยอาศัยหลักการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ เพื่อให้ผู้ประกอบการสามารถนำไปปรับใช้ได้ ซึ่งวิธีการดังกล่าวถือเป็นวิธีการที่มีราคาถูกและเป็นทางเลือกทางหนึ่งสำหรับผู้ประกอบการ ซึ่งการนำไปใช้งานอาจจะจำเป็นต้องใช้ร่วมกับวิธีการอย่างอื่น เช่น วิธีทางประสาทสัมผัส เพื่อให้ได้ผลที่น่าเชื่อถือ