



ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved



ภาคผนวก ก
ตารางผลการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ก-1 การเปลี่ยนแปลงอนุพันธ์ของแคโรทีนในนมผงของสิ่งทดลอง S B - C O ตลอด
ระยะเวลาที่เก็บรักษา

อนุพันธ์ของแคโรทีนชนิด		ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)					
		0	20	40	60	80	100
all-trans- α -carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	84566	87428	54764	60028	97143	91065
	ปริมาณที่เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)	100	103.38	64.76	70.98	114.87	107.69
9-cis- α -carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	23848	21095	15588	14043	29408	29375
	ปริมาณที่เปลี่ยนแปลง	100	88.46	65.36	58.89	123.31	123.18
13-cis และ 13'-cis- α -carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	23180	28903	15539	13143	33862	25931
	ปริมาณที่เปลี่ยนแปลง	100	124.69	67.17	56.70	146.08	111.87
non-identified cis- α -carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	12629	16977	10289	2583	24767	13212
	ปริมาณที่เปลี่ยนแปลง	100	134.43	81.47	20.45	196.11	104.62
all-trans- β -carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	90264	94023	57292	55804	99015	86583
	ปริมาณที่เปลี่ยนแปลง	100	104.16	63.47	61.82	109.69	95.92
9-cis- β -carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	83976	81981	48347	42052	92915	71309
	ปริมาณที่เปลี่ยนแปลง	100	97.62	57.57	50.08	110.64	84.92
13-cis- β -carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	48350	45810	20350	17578	36713	30308
	ปริมาณที่เปลี่ยนแปลง	100	94.75	42.09	36.36	75.93	62.68
15-cis- β -carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	16616	14492	7862	1351	7064	6186
	ปริมาณที่เปลี่ยนแปลง	100	87.22	47.32	8.13	42.51	37.23

ข้อมูลได้จากการวิเคราะห์ 4 ซ้ำ

ตาราง ก-2 การเปลี่ยนแปลงอนุพันธ์ของแคโรทีนในนมผงของสิ่งทดลอง S B - C T ตลอด
ระยะเวลาที่เก็บรักษา

อนุพันธ์ของแคโรทีนชนิด		ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)					
		0	20	40	60	80	100
all-trans- α-carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	1559177	117928	129720	87888	86368	85142
	ปริมาณที่ เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)	100	7.56	8.32	5.64	5.54	5.46
9-cis-α- carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	41840	27802	30787	21056	24861	24572
	ปริมาณที่ เปลี่ยนแปลง	100	66.45	73.58	50.33	59.42	58.73
13-cis และ 13'-cis-α- carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	50580	35596	32472	23051	25501	21270
	ปริมาณที่ เปลี่ยนแปลง	100	70.38	64.20	45.57	50.42	42.05
non- identified cis-α- carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	22324	19500	19665	11971	19821	15746
	ปริมาณที่ เปลี่ยนแปลง	100	87.35	88.09	53.62	88.79	70.53
all-trans- β-carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	157908	117536	128552	88141	88170	83275
	ปริมาณที่ เปลี่ยนแปลง	100	74.43	81.41	55.82	55.84	52.74
9-cis-β- carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	140836	101345	107703	68809	75484	76289
	ปริมาณที่ เปลี่ยนแปลง	100	71.96	76.47	48.86	53.60	54.17
13-cis-β- carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	71457	46408	46559	33228	32694	27333
	ปริมาณที่ เปลี่ยนแปลง	100	64.95	65.16	46.50	45.75	38.25
15-cis-β- carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	19375	11108	7927	2127	7314	8411
	ปริมาณที่ เปลี่ยนแปลง	100	57.33	40.91	10.98	37.75	43.41

ข้อมูลได้จากการวิเคราะห์ 4 ซ้ำ

ตาราง ก-3 การเปลี่ยนแปลงอนุพันธ์ของแคโรทีนในนมผงของสิ่งทดลอง S F - C O ตลอด
ระยะเวลาที่เก็บรักษา

อนุพันธ์ของแคโรทีนชนิด		ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)					
		0	20	40	60	80	100
all-trans- α-carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	97878	88905	108557	44232	82522	77363
	ปริมาณที่ เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)	100	90.83	110.91	45.19	84.31	79.04
9-cis-α- carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	24892	21503	27751	11322	21172	20137
	ปริมาณที่ เปลี่ยนแปลง	100	86.39	111.49	45.48	85.06	80.90
13-cis และ 13'-cis-α- carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	27733	27041	25252	12858	25925	20439
	ปริมาณที่ เปลี่ยนแปลง	100	97.50	91.05	46.36	93.48	73.70
non- identified cis-α- carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	14809	13617	13644	0	12014	12668
	ปริมาณที่ เปลี่ยนแปลง	100	91.95	92.13	0	81.13	85.54
all-trans- β-carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	104279	95682	107865	46841	80898	77544
	ปริมาณที่ เปลี่ยนแปลง	100	91.76	103.44	44.92	77.58	74.36
9-cis-β- carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	91071	77110	81277	39113	69987	59648
	ปริมาณที่ เปลี่ยนแปลง	100	84.67	89.25	42.95	76.85	65.50
13-cis-β- carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	61674	37947	32463	17381	31113	29224
	ปริมาณที่ เปลี่ยนแปลง	100	61.53	52.36	28.18	50.45	47.38
15-cis-β- carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	19927	10013	6764	0	7935	4942
	ปริมาณที่ เปลี่ยนแปลง	100	50.25	33.94	0	39.82	24.80

ข้อมูลได้จากการวิเคราะห์ 4 ซ้ำ

ตาราง ก-4 การเปลี่ยนแปลงอนุพันธ์ของแคโรทีนในนมผงของสิ่งทดลอง S F - C T ตลอด
ระยะเวลาที่เก็บรักษา

อนุพันธ์ของแคโรทีนย่อย		ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)					
		0	20	40	60	80	100
all-trans- α-carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	74326	99372	98023	50068	105484	73143
	ปริมาณที่ เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)	100	133.70	131.88	67.36	141.92	98.41
9-cis-α- carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	15873	27038	23030	12335	26033	22400
	ปริมาณที่ เปลี่ยนแปลง	100	170.34	145.09	77.71	164.01	141.12
13-cis และ 13'-cis-α- carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	20144	28070	21335	16591	31454	21869
	ปริมาณที่ เปลี่ยนแปลง	100	139.35	105.91	82.36	156.15	108.56
non- identified cis-α- carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	8532	17666	12464	8684	12877	14307
	ปริมาณที่ เปลี่ยนแปลง	100	207.06	146.09	101.78	150.93	167.69
all-trans- β-carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	85609	105745	103596	51695	106079	73238
	ปริมาณที่ เปลี่ยนแปลง	100	123.52	121.01	60.39	123.91	85.55
9-cis-β- carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	70799	83659	73521	41874	82834	59666
	ปริมาณที่ เปลี่ยนแปลง	100	118.16	103.84	59.14	117.00	84.28
13-cis-β- carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	43895	40781	28172	16681	43759	28038
	ปริมาณที่ เปลี่ยนแปลง	100	92.91	64.18	38.00	99.69	63.88
15-cis-β- carotene	พื้นที่ใต้กราฟ	13339	9755	6886	0	4617	4471
	ปริมาณที่ เปลี่ยนแปลง	100	73.13	51.62	0	34.61	33.52

ข้อมูลได้จากการวิเคราะห์ 4 ซ้ำ

ตาราง ก-5 ปริมาณบีตาแคโรทีนทั้งหมด (ไมโครกรัมต่อกรัม) ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา 100 วัน

สิ่งทดลอง	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)					
	0	20	40	60	80	100
Control	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
SB-CO	0.934 ^a ±0.067	0.948 ^a ±0.106	0.469 ^b ±0.172	0.426 ^b ±0.059	0.918 ^a ±0.055	0.704 ^{ab} ±0.316
SB-CT	1.525 ^a ±0.092	1.047 ^b ±0.118	1.102 ^b ±0.391	0.710 ^b ±0.125	0.786 ^b ±0.114	0.696 ^b ±0.311
SF-CO	1.071 ^a ±0.221	0.861 ^b ±0.011	0.851 ^b ±0.143	0.371 ^c ±0.064	0.694 ^b ±0.019	0.639 ^b ±0.096
SF-CT	0.803 ^{ab} ±0.120	0.891 ^a ±0.078	0.770 ^{ab} ±0.212	0.409 ^c ±0.093	0.874 ^a ±0.231	0.628 ^b ±0.030

a,b,c ในแถวแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกัน (p ≤ 0.05)

ตาราง ก-6 ปริมาณ all-trans-β-carotene (ไมโครกรัมต่อกรัม) ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา 100 วัน

สิ่งทดลอง	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)					
	0	20	40	60	80	100
Control	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
SB-CO	0.330 ^a ±0.013	0.355 ^a ±0.013	0.204 ^b ±0.083	0.200 ^b ±0.019	0.370 ^a ±0.001	0.304 ^{ab} ±0.142
SB-CT	0.585 ^a ±0.054	0.424 ^{abc} ±0.060	0.471 ^{ab} ±0.155	0.318 ^{bc} ±0.030	0.325 ^{bc} ±0.047	0.293 ^c ±0.128
SF-CO	0.376 ^a ±0.059	0.359 ^{ab} ±0.028	0.394 ^a ±0.064	0.163 ^c ±0.022	0.290 ^b ±0.020	0.282 ^b ±0.038
SF-CT	0.302 ^a ±0.038	0.374 ^a ±0.019	0.370 ^a ±0.120	0.186 ^b ±0.041	0.374 ^a ±0.072	0.269 ^{ab} ±0.024

a,b,c ในแถวแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

ตาราง ก-7 ค่าสี L ของนมผงเสริมวิตามินเคโรทีนในรูปแบบผงระหว่างการศึกษา 100 วัน

สิ่งทดลอง	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)					
	0	20	40	60	80	100
Control	70.41 ^c ±0.04	70.89 ^c ±0.45	71.89 ^b ±0.06	73.12 ^a ±0.23	71.75 ^b ±0.49	73.15 ^a ±0.13
SB-CO	71.84 ^c ±0.06	72.72 ^b ±0.68	73.56 ^a ±0.16	72.65 ^b ±0.10	73.17 ^{ab} ±0.04	72.67 ^b ±0.09
SB-CT	75.36 ^b ±0.09	75.90 ^a ±0.19	75.95 ^a ±0.08	74.06 ^c ±0.22	75.26 ^b ±0.21	75.81 ^a ±0.12
SF-CO	74.42 ^{abc} ±0.05	74.50 ^{ab} ±0.08	74.64 ^a ±0.13	74.29 ^{abc} ±0.09	74.13 ^{bc} ±0.44	74.02 ^{ac} ±0.27
SF-CT	77.64 ^a ±0.05	78.09 ^a ±0.21	77.63 ^a ±0.52	76.35 ^a ±0.31	76.79 ^b ±0.35	77.56 ^b ±0.07

^{a,b,c} ในแถวแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

ตาราง ก-8 ค่าสี a* ของนมผงเสริมวิตามินเคโรทีนในรูปแบบผงระหว่างการศึกษา 100 วัน

สิ่งทดลอง	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)					
	0	20	40	60	80	100
Control	7.54 ^{bc} ±0.07	7.63 ^b ±0.13	7.90 ^a ±0.07	6.29 ^d ±0.09	7.36 ^c ±0.21	5.87 ^e ±0.05
SB-CO	7.16 ^b ±0.05	7.23 ^{ab} ±0.17	7.41 ^a ±0.15	6.79 ^d ±0.09	7.24 ^{ab} ±0.07	6.47 ^c ±0.07
SB-CT	5.21 ^d ±0.04	5.42 ^c ±0.09	5.77 ^a ±0.08	5.80 ^a ±0.04	5.57 ^b ±0.07	4.81 ^e ±0.03
SF-CO	6.02 ^b ±0.06	6.10 ^b ±0.02	6.47 ^a ±0.04	5.79 ^c ±0.06	6.33 ^a ±0.15	5.64 ^c ±0.12
SF-CT	4.33 ^d ±0.02	4.67 ^c ±0.01	4.93 ^b ±0.04	5.09 ^b ±0.25	5.68 ^a ±0.14	4.18 ^d ±0.04

a,b,c,... ในแถวแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

ตาราง ก-9 ค่าที b* ของนมผงเสริมวิตามินโรทีนในรูปแบบผงระหว่างการศึกษา 100 วัน

สิ่งทดลอง	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)					
	0	20	40	60	80	100
Control	33.67 ^c ±0.03	33.95 ^c ±0.25	33.85 ^c ±0.27	37.44 ^a ±0.18	36.66 ^b ±0.08	34.01 ^c ±0.16
SB-CO	33.96 ^c ±0.09	35.23 ^c ±0.21	34.60 ^d ±0.63	38.71 ^a ±0.29	37.78 ^b ±0.20	35.03 ^{cd} ±0.06
SB-CT	32.79 ^c ±0.04	32.97 ^{bc} ±0.10	31.69 ^d ±0.13	37.51 ^a ±0.16	37.80 ^b ±0.15	33.19 ^b ±0.17
SF-CO	33.79 ^{cd} ±0.02	33.99 ^{cd} ±0.02	33.00 ^d ±0.21	37.83 ^a ±0.24	35.52 ^b ±1.60	34.77 ^{bc} ±0.25
SF-CT	31.54 ^c ±0.04	31.86 ^c ±0.30	34.03 ^b ±0.63	35.70 ^a ±0.53	34.22 ^b ±1.31	32.53 ^c ±0.22

a,b,c,... ในแถวแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกั้มีความแตกต่างกัน (p ≤ 0.05)

ตาราง ก-10 ค่าสี C* (chroma) ของนมผงเสริมวิตามินดีที่ในรูปนมผงระหว่างการศึกษา 100 วัน

สิ่งทดลอง	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)					
	0	20	40	60	80	100
Control	34.50 ^b ±0.04	34.80 ^b ±0.26	34.76 ^b ±0.24	37.96 ^a ±0.19	37.40 ^a ±0.11	34.51 ^b ±0.16
SB-CO	34.71 ^e ±0.09	35.97 ^c ±0.20	35.39 ^d ±0.59	39.31 ^a ±0.27	38.46 ^b ±0.21	35.63 ^{cd} ±0.05
SB-CT	33.21 ^c ±0.04	33.41 ^{bc} ±0.11	32.21 ^d ±0.13	37.95 ^a ±0.16	33.27 ^{bc} ±0.14	33.53 ^b ±0.17
SF-CO	34.33 ^{cd} ±0.03	34.54 ^{cd} ±0.02	33.63 ^d ±0.20	38.27 ^a ±0.24	36.08 ^b ±1.59	35.23 ^{bc} ±0.26
SF-CT	31.84 ^c ±0.04	32.20 ^c ±0.29	34.39 ^b ±0.63	36.00 ^a ±0.56	34.68 ^b ±1.29	32.80 ^c ±0.22

a,b,c.... ในแถวแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

ตาราง ก-11 ค่าสี h* (hue angle) ของนมผงเสริมวิตามินเคโรทีนในรูปแบบผงระหว่างการศึกษา 100 วัน

สิ่งทดลอง	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)					
	0	20	40	60	80	100
Control	77.38 ^c ±0.10	77.44 ^c ±0.11	76.87 ^d ±0.20	80.46 ^a ±0.09	78.65 ^b ±0.30	80.21 ^a ±0.04
SB-CO	78.09 ^{cd} ±0.06	78.42 ^c ±0.28	77.91 ^d ±0.43	80.05 ^a ±0.19	79.15 ^b ±0.05	79.54 ^b ±0.11
SB-CT	80.97 ^c ±0.05	80.73 ^d ±0.01	79.69 ^f ±0.12	81.21 ^b ±0.03	80.36 ^c ±0.14	81.75 ^a ±0.02
SF-CO	79.89 ^c ±0.10	79.80 ^c ±0.02	78.91 ^d ±0.11	81.30 ^a ±0.07	79.88 ^c ±0.40	80.78 ^b ±0.18
SF-CT	82.19 ^b ±0.03	81.62 ^c ±0.01	81.76 ^c ±0.11	81.89 ^{bc} ±0.27	80.57 ^d ±0.41	82.67 ^a ±0.08

a,b,c.... ในแถวแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างก็มีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

ตาราง ก-12 ค่าสี L ของน้ำมันสตริมิตาเคโรทีนที่ได้จากการละลายนพวงระหว่างการเก็บรักษา 100 วัน

สิ่งทดลอง	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)					
	0	20	40	60	80	100
Control	51.70 ^c ±0.02	51.88 ^d ±0.38	52.14 ^d ±0.41	56.39 ^b ±0.45	57.72 ^a ±0.14	56.41 ^b ±0.17
SB-CO	56.04 ^d ±0.07	56.96 ^c ±0.04	56.89 ^c ±0.12	56.96 ^c ±0.04	57.12 ^b ±0.07	57.73 ^a ±0.04
SB-CT	58.99 ^c ±0.05	59.32 ^{ab} ±0.03	58.75 ^b ±0.05	58.90 ^b ±0.96	59.81 ^a ±0.02	59.73 ^a ±0.35
SF-CO	60.56 ^c ±0.05	60.85 ^{bc} ±0.06	61.10 ^a ±0.05	60.82 ^c ±0.07	60.35 ^d ±0.13	60.98 ^{ab} ±0.12
SF-CT	61.29 ^d ±0.05	61.70 ^a ±0.04	61.08 ^b ±0.09	60.62 ^d ±0.07	60.86 ^c ±0.09	61.82 ^a ±0.11

a,b,c,... ในแถวแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกั้มีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

ตาราง ก-13 ค่าสี a* ของน้ำมันเสริมวิตามินแคโรทีนที่ได้จากการละลายผงระหว่างการศึกษา 100 วัน

สิ่งทดลอง	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)					
	0	20	40	60	80	100
Control	2.62 ^d ±0.02	2.87 ^a ±0.20	2.98 ^a ±0.07	1.32 ^b ±0.18	1.34 ^b ±0.04	1.01 ^c ±0.02
SB-CO	1.02 ^a ±0.01	1.05 ^c ±0.05	1.64 ^c ±0.03	1.29 ^d ±0.00	1.89 ^b ±0.02	0.81 ^f ±0.04
SB-CT	0.40 ^a ±0.01	0.46 ^c ±0.02	0.21 ^d ±0.03	0.70 ^b ±0.05	0.98 ^a ±0.02	0.27 ^d ±0.12
SF-CO	(-)0.06 ^b ±0.02	(-)0.07 ^c ±0.09	0.13 ^d ±0.03	0.04 ^e ±0.02	0.51 ^a ±0.04	(-)0.29 ^e ±0.12
SF-CT	(-)0.21 ^c ±0.01	(-)0.23 ^b ±0.02	0.21 ^b ±0.02	(-)0.04 ^e ±0.01	0.52 ^a ±0.01	(-)0.52 ^a ±0.06

a,b,c.... ในแถวแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกั้กันมีความแตกต่างกัน($p \leq 0.05$)

ตาราง ก-14 ค่าที่ b* ของน้ำหนักเสริมบีตาแคโรทีนที่ได้จากการละลายผงระหว่างการศึกษา 100 วัน

สิ่งทดลอง	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)					
	0	20	40	60	80	100
Control	22.84 ^c ±0.04	23.14 ^b ±0.17	23.47 ^b ±0.04	21.77 ^d ±0.13	21.57 ^d ±0.12	20.85 ^c ±0.15
SB-CO	21.62 ^b ±0.03	21.65 ^b ±0.52	22.97 ^a ±0.13	22.89 ^a ±0.13	23.27 ^a ±0.02	21.42 ^b ±0.34
SB-CT	21.16 ^a ±0.04	21.21 ^a ±0.08	19.69 ^b ±0.07	21.71 ^a ±0.60	21.85 ^a ±0.04	20.33 ^b ±0.67
SF-CO	20.19 ^b ±0.05	20.27 ^b ±0.15	20.30 ^b ±0.10	20.51 ^a ±0.43	20.86 ^{ab} ±0.24	19.73 ^c ±0.05
SF-CT	19.64 ^d ±0.02	19.76 ^d ±0.04	20.81 ^b ±0.06	20.47 ^c ±0.03	21.00 ^a ±0.09	18.98 ^e ±0.14

a,b,c.... ในแถวแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

ตาราง ก-15 ค่าสี C* (chroma) ของน้ำมันเสริมสีตามเคโรทีนที่ได้จากการละลายผงระหว่างกระบวนการเก็บรักษา 100 วัน

สิ่งทดลอง	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)					
	0	20	40	60	80	100
Control	22.99 ^c ±0.04	23.31 ^b ±0.14	23.66 ^b ±0.04	21.81 ^d ±0.13	21.61 ^d ±0.13	20.88 ^e ±0.15
SB-CO	21.64 ^b ±0.03	21.68 ^b ±0.52	23.03 ^a ±0.13	22.92 ^a ±0.13	23.34 ^a ±0.02	21.44 ^b ±0.34
SB-CT	21.16 ^b ±0.04	21.22 ^{ab} ±0.08	19.69 ^c ±0.07	21.72 ^{ab} ±0.60	21.88 ^a ±0.04	20.34 ^c ±0.67
SF-CO	20.19 ^b ±0.05	20.27 ^b ±0.12	20.30 ^b ±0.10	20.51 ^{ab} ±0.43	20.87 ^a ±0.24	19.74 ^c ±0.05
SF-CT	19.64 ^d ±0.02	19.76 ^d ±0.04	20.81 ^b ±0.06	20.47 ^c ±0.03	21.00 ^b ±0.09	18.99 ^e ±0.13

a,b,c,... ในแถวแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างก็มีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

ตาราง ก-16 ค่าสี h* (hue angle) ของน้ำมันเสริมวิตามินเค โรทีนที่ ได้จากการละลายนมผงระหว่างการศึกษา 100 วัน

สิ่งทดลอง	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)					
	0	20	40	60	80	100
Control	83.46 ^b ±0.05	82.98 ^{bc} ±0.56	82.76 ^b ±0.17	86.54 ^a ±0.46	86.45 ^a ±0.09	45.03 ^d ±0.00
SB-CO	87.30 ^a ±0.03	87.12 ^b ±0.18	85.92 ^d ±0.05	86.77 ^c ±0.02	85.36 ^c ±0.04	45.02 ^f ±0.00
SB-CT	88.92 ^b ±0.03	88.73 ^c ±0.05	89.39 ^a ±0.09	88.15 ^d ±0.19	87.43 ^c ±0.05	45.00 ^f ±0.00
SF-CO	89.84 ^a ±0.04	89.84 ^a ±0.08	89.62 ^b ±0.08	89.89 ^a ±0.05	88.61 ^c ±0.10	45.00 ^d ±0.00
SF-CT	89.39 ^{bc} ±0.03	89.33 ^c ±0.05	89.43 ^b ±0.06	89.89 ^a ±0.03	88.59 ^d ±0.02	45.01 ^e ±0.00

a,b,c.... ในแถวแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

ตาราง ก-17 ปริมาณความชื้นของนมผงเสริมวิตามินเคโรที่ระยะเวลาห่างการเก็บรักษา 100 วัน

สิ่งทดลอง	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)					
	0	20	40	60	80	100
Control	1.8822 ^b ±0.0180	1.8874 ^b ±0.0456	1.2570 ^a ±0.1590	1.9503 ^b ±0.4355	2.0324 ^{bc} ±0.3789	2.4540 ^c ±0.1571
SB-CO	2.0611 ^b ±0.1222	2.1443 ^b ±0.0928	1.4216 ^a ±0.2437	1.6191 ^a ±0.1274	1.4244 ^a ±0.0264	2.1117 ^b ±0.0933
SB-CT	2.8716 ^b ±0.1267	3.1764 ^c ±0.2898	2.2511 ^a ±0.2047	2.8029 ^b ±0.3090	2.7606 ^b ±0.3772	3.4365 ^c ±0.0818
SF-CO	2.9935 ^c ±0.0408	3.1668 ^c ±0.0843	2.2098 ^a ±0.1009	2.8227 ^b ±0.0274	2.6667 ^b ±0.1760	3.1503 ^c ±0.0171
SF-CT	3.3117 ^b ±0.1056	3.5833 ^b ±0.0641	2.2210 ^a ±0.6746	2.3157 ^a ±0.5727	2.5278 ^a ±0.5596	3.5292 ^b ±0.0296

a,b,c ในแถวแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)



ภาคผนวก ข
ภาพประกอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

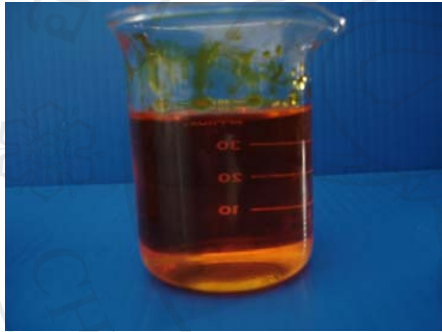
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ ข-1 น้ำมันปาล์มดิบ



ภาพ ข-2 น้ำมันปาล์มดิบที่ผ่านการ
กำจัดกัม



ภาพ ข-3 สารสกัดแคโรทีนอยด์ที่ผ่าน
การกรองแยกไขมันที่ตกผลึกออกแล้ว



ภาพ ข-4 สารสกัดแคโรทีนอยด์ที่ผ่านการ
ระเหยเฮกเซนด้วยระบบสุญญากาศ



ภาพ ข-5 สารสกัดแคโรทีนอยด์ที่ผ่านกระบวนการ
สะปอนิฟิเคชันและระเหยเฮกเซนออกด้วย
ระบบสุญญากาศ



ภาพ ข-6 บีตาแคโรทีนในรูปของน้ำมัน



ภาพ ข-7 นมวัวตัดดิบและนมผงเสริมบีตา
แคโรทีนในรูปแบบผง : 1=นมวัวตัดดิบ, 2=control,
3=SB-CO, 4=SB-CT, 5=SF-CO, 6=SF-CT



ภาพ ข-8 น้ำนมวัวตัดดิบและน้ำนมเสริม
บีตาแคโรทีนจากการละลายนมผง :
1=นมวัวตัดดิบ, 2=SB-CO, 3=SB-CT,
4=control, 5=SF-CO, 6=SF-CT



ภาพ ข-9 นมผงใช้ทดสอบสมบัติทาง
ประสาทสัมผัส : 1=DUMEX, 2=control,
3=SB-CT



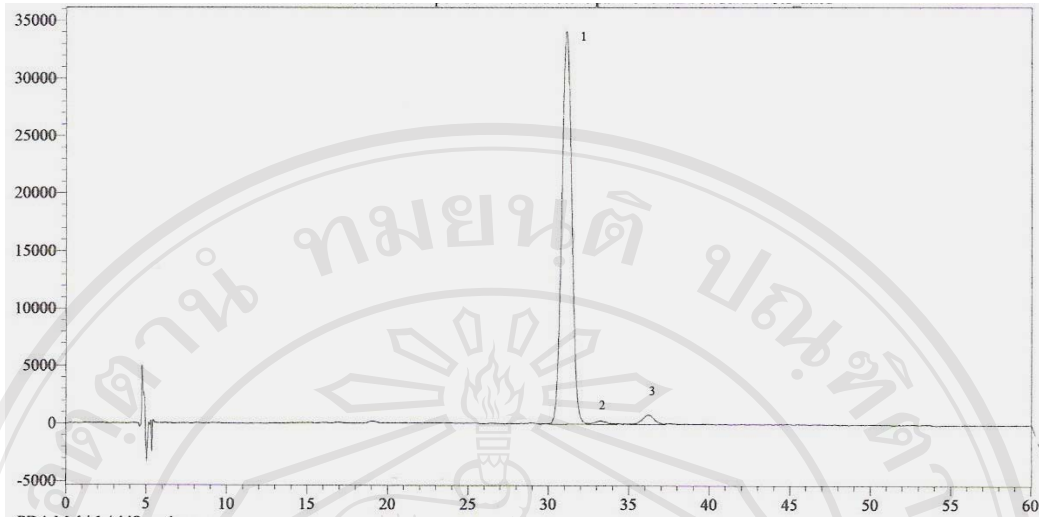
ภาพ ข-10 น้ำนมที่ได้จากการละลายนมผง
ใช้ทดสอบสมบัติทางประสาทสัมผัส
: 1=DUMEX, 2=control, 3=SB-CT



ภาพ ข-11 เครื่องสกัดแคโรทีนอยด์



ภาพ ข-12 เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย



ภาพ ข-13 โครมาโตแกรมของสารมาตรฐานบีตาแคโรทีนจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค HPLC
 1 = *all-trans*- β -carotene, 2 = *9-cis*- β -carotene, 3 = *13-cis*- β -carotene

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved



ภาคผนวก ก
วิธีการวิเคราะห์คุณภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการวิเคราะห์คุณภาพ

ค-1 การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดที่สามารถไทเทรตได้

ปริมาณกรดทั้งหมดที่สามารถไทเทรตได้ (total titratable acidity; TA : %acidity)
โดยการไทเทรต (AOAC, 2000)

การเตรียมสารเคมี

1. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล เตรียมได้โดยละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 4.0000 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ในน้ำกลั่นที่ผ่านการต้มแล้วทำให้เย็น ปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร เก็บไว้ในขวดสีชา
2. สารละลายโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟทาเลท (potassium hydrogen phthalate; KHP) เตรียมได้โดยนำ KHP ($\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$) 2.0-2.4 กรัม ไปอบที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำมาทำให้เย็นในโถแก้วดูดความชื้น (desiccator) จากนั้นชั่ง KHP (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) แล้วนำมาละลายกับน้ำกลั่นที่ผ่านการต้ม แล้วทำให้เย็น เพื่อไม่ให้มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร

วิธีคำนวณความเข้มข้นของ KHP

มวลโมเลกุลของ KHP เท่ากับ 204.22

มวลของ KHP ที่ชั่งได้จริง เท่ากับ X

ละลายในขวดปรับปริมาตรให้ได้ปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

$$\text{ดังนั้นความเข้มข้นของ KHP} = \frac{X \times 100}{204.22 \times 100} = Y \text{ (N)}$$

การหาความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

นำ KHP ไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ปริมาตร KHP ที่ใช้ครั้งละ 10 มิลลิลิตร หยดฟีนอล์ฟทาเลอิน 2-3 หยด ไทเทรตจากไม่มีสี จนเป็นสีชมพูอ่อนๆ

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

$$Y \times 10 = N_2 \times \text{ปริมาตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรต (ค่าเฉลี่ย)}$$

$$N_2 = Z \text{ (N)}$$

หมายเหตุ การวิเคราะห์หาปริมาณกรดต้องทำการไทเทรตหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ก่อนทุกครั้ง

การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดแลคติก)

1. ชั่งตัวอย่างนมผง 1 กรัม ละลายน้ำอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร

2. เติมสารละลายฟีนอล์ฟทาลีนความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร

3. ทำการไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนถึงจุดยุติ เมื่อสารละลายเป็นสีชมพูอ่อน ทำการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง คำนวณค่าเฉลี่ยของค่าที่ใช้ และคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแลคติก

$$1 \text{ มิลลิลิตร } 0.1 \text{ นอร์มัล โซเดียมไฮดรอกไซด์} = 0.0090 \text{ กรัม กรดแลคติก}$$

ตัวอย่างการคำนวณ

$$1 \text{ มิลลิลิตร } 0.1000 \text{ นอร์มัล โซเดียมไฮดรอกไซด์} = 0.0090 \text{ กรัม กรดแลคติก}$$

$$1 \text{ มิลลิลิตร } 0.0950 \text{ นอร์มัล โซเดียมไฮดรอกไซด์} = \frac{0.0090 \times 0.0950}{0.1000} = 0.008550 \text{ กรัม กรดแลคติก}$$

$$2.05 \text{ มิลลิลิตร } 0.0950 \text{ นอร์มัล โซเดียมไฮดรอกไซด์} = 2.05 \times 0.008550 = 0.0175 \text{ กรัม กรดแลคติก}$$

$$\text{ตัวอย่าง } 10 \text{ กรัม มีกรดแลคติก} = 0.0175 \text{ กรัม}$$

$$\text{ถ้าตัวอย่าง } 100 \text{ กรัม มีกรดแลคติก} = \frac{0.0175 \times 100}{10}$$

$$\text{กรดแลคติก (ร้อยละ)} = 0.175 \text{ กรัม}$$

ค-2 การตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (AOAC, 2000) โดยชั่งตัวอย่างนมผง 13 กรัม เติมน้ำอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ให้ครบ 100 กรัม คนให้ละลาย แล้วนำไปวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่องพีเอชมิเตอร์ ก่อนการวัดต้องปรับค่ามาตรฐานในการวัดด้วยสารละลาย

บัพเฟอร์มาตรฐานที่มีความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 4.00 และ 7.00 ตามลำดับ ทำการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่าง 3 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

ค-3 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

1. บันทึกมวลของกระป๋องอะลูมิเนียมที่สะอาดและผ่านการอบเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถแก้วดูดความชื้น
2. ชั่งตัวอย่างนมผงประมาณ 1-1.5 กรัม ลงในกระป๋องอะลูมิเนียม แล้วนำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนได้มวลคงที่ (ประมาณ 5 ชั่วโมง)
3. นำกระป๋องอะลูมิเนียมออกจากตู้อบ และปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้นประมาณ 20 นาที
4. บันทึกมวลของกระป๋องอะลูมิเนียมและของแข็งที่เหลืออยู่ และคำนวณหาปริมาณความชื้น

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ, เทียบกับมวลเปียก)} = \frac{(A-B)}{C} \times 100$$

เมื่อ A = มวลตัวอย่าง + มวลกระป๋องก่อนอบ (กรัม)

B = มวลตัวอย่าง + มวลกระป๋องหลังอบ (กรัม)

C = มวลตัวอย่าง (กรัม)

ค-4 การวัดสีระบบแอนเตอร์

การวัดสีระบบแอนเตอร์ (Hunter Lab : L a* b*, Minolta Camera Co., Ltd., 1991)

เป็นการวัดสีด้วยเครื่องวัดสี Minolta Camera : CR-300 model วัดค่าสีในระบบแอนเตอร์ โดยค่าสี L เป็นค่าความสว่าง a* เป็นค่าสีแดงและสีเขียว และ b* เป็นค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน

เมื่อ L คือ ค่าความสว่าง

มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100

a* คือ ค่าสีแดง

เมื่อ a* มีค่าบวก เป็นสีเขียว

a* มีค่าลบ เป็นสีเหลือง

b* คือ ค่าสีเหลือง

เมื่อ b* มีค่าบวก เป็นสีน้ำเงิน

b* มีค่าลบ เป็นสีน้ำเงิน

ก่อนการวัดทุกครั้งต้องทำการปรับมาตรฐานเครื่อง โดยใช้แผ่นเทียบสีมาตรฐานสีขาว (white blank ; $Y = 92.1$, $x = 0.3137$, $y = 0.3197$) แล้วจึงทำการวัดสีของตัวอย่างนมผง และ น้ำนมที่ได้จากการละลายนมผง (ชั่งนมผง 13 กรัม เติมน้ำอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ให้ครบ 100 กรัม คนให้ละลาย) บันทึกผลการทดลอง ทำการวัด 3 ซ้ำ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

ค-5 การหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count)

การหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ด้วยวิธี pour plate (AOAC, 2002)

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตเน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ซึ่งเปปโตเน 0.1 กรัม ละลายใน น้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ถ่ายใส่ขวดหรือหลอดทดลอง นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121-124 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar ซึ่งอาหารเลี้ยงเชื้อมา 23.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร ต้มจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลายหมด นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121-124 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

วิธีทำ

1. เตรียมตัวอย่างนมผง ใช้กรรไกรที่ฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ เปิดถุงที่บรรจุตัวอย่างนมผง แล้วชั่งตัวอย่างนมผง 10 กรัม ใส่ในขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตเน 90 กรัม ผสมให้เข้ากัน สารละลายที่ได้เป็นตัวอย่างที่เจือจาง 1 : 10 หรือ 10^{-1}
2. บีบตัวอย่างที่เจือจาง 1 : 10 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลาย บัฟเฟอร์เปปโตเน 9 มิลลิลิตร เขย่าตัวอย่างให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ได้เป็นสารละลายตัวอย่างที่เจือจาง 1 : 100 หรือ 10^{-2}
3. นำตัวอย่างที่เจือจาง 1 : 100 มาเจือจางให้เป็น 1 : 1000 หรือ 10^{-3} โดยทำเช่นเดียวกับ ข้อ 2.

การใส่อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. ใช้ปิเปตที่ผ่านการฆ่าเชื้อดูดสารละลายตัวอย่างอาหารเจือจางที่เตรียมไว้ (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) ลงในงานเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อ งานละ 1 มิลลิลิตร ระดับเจือจางละ 2 งาน โดยเริ่มดูด จากตัวอย่างอาหารที่มีความเจือจางมากที่สุด

2. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar ที่ยังเป็นของเหลวที่อุณหภูมิประมาณ 45-55

องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อที่มีสารละลายตัวอย่าง จานละประมาณ 15-20 มิลลิลิตร

3. ผสมตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อให้เข้ากันดี วางทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัว กว่าจานเพาะเชื้อลง และนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ± 3 ชั่วโมง

การตรวจนับจุลินทรีย์

หลังจากบ่มเชื้อตามกำหนดเวลาแล้ว ตรวจนับจำนวนโคโลนีบนจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีระหว่าง 30-300 โคโลนี นำค่าเฉลี่ยจากทั้ง 2 จานเพาะเชื้อ รายงานผลการตรวจนับว่ามีจำนวน Mesophilic aerobic bacteria ในรูปจำนวนโคโลนีต่อนมผง 1 กรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาคผนวก ง
แบบประเมินสมบัติทางประสาทสัมผัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แบบประเมินสมบัติทางประสาทสัมผัส

9-point Hedonic Scale

ชื่อผลิตภัณฑ์ นมผงเสริมบีตาแคโรทีนที่สกัดจากน้ำมันปลาลมดิบ

ชื่อผู้ทดสอบ วันที่ ชุดที่

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างตามลำดับจากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละ
คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับรหัสตัวอย่าง โดยกำหนดให้

ระดับความชอบ	คะแนน
ชอบมากที่สุด	9
ชอบมาก	8
ชอบปานกลาง	7
ชอบเล็กน้อย	6
ไม่รู้สึกรว่าชอบหรือไม่ชอบ (เฉยๆ)	5
ไม่ชอบเล็กน้อย	4
ไม่ชอบปานกลาง	3
ไม่ชอบมาก	2
ไม่ชอบมากที่สุด	1

ทดสอบทีละตัวอย่าง และกรูณาบ้วนปากทุกครั้งระหว่างตัวอย่าง

คุณลักษณะ	รหัสตัวอย่าง		
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวตรีชฎา อุทัยดา

วัน เดือน ปี เกิด 19 กันยายน 2524

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนาการ
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีการศึกษา 2546

สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย
โรงเรียนผดุงนารี มหาสารคาม
ปีการศึกษา 2542

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved