

아카시아꿀 채밀 후 저장방법(온도, 기간)에 따른 품질 변화 연구

강원지원 과장 곽든규

서론

꿀의 품질은 수분, 당의 조성, 하이드록시메틸푸르푸랄(Hydroxymethylfufural, 이하 HMF), 산도 등에 의해서 영향을 받는다. 꿀은 주성분이 당이므로 산도가 높아 품질변화가 잘 일어나지 않으나, 장기간 저장할 경우 저장기간과 저장방법에 따라서 품질이 저하될 수 있다.

따라서 본 연구는 농가에서 채밀한 아카시아꿀을 가열하지 않은 상태에서 구입해 탄소동위원소비를 측정하고 후 저장 중 수분함량, 당의 함량, 과당과 포도당의 비, HMF 등이 저장방법(기간)에 따라 어떻게 변화하는지를 조사해 등급판정 기준 적용의 기초자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

재료

강원도 홍천군에 거주하는 5개 양봉농가¹⁾가 5월 9일~19일에 채밀한 아카시아꿀을 농가별로 각각 12kg 구입했다. 이후 가열하지 않은 상태에서 각각 3kg씩 5℃(저온고), 20℃(항온고), 30℃(항온고) 및 실온(6℃~29℃, 평균 22.0℃)에서 1년간 저장하고 저장 당일과 저장 중 5주 간격으로 꿀의 품질 특성 등을 조사했다.

탄소동위원소비 측정

벌꿀의 순수 여부를 확인하기 위하여 탄소동위원소 분석기(Delta v advantage Isotope ratio MS, Thermo scientific, 독일)를 활용해 탄소동위원소 비율을 측정했다. 탄소동위원소비는 2회 측정해 평균값을 사용했다.

수분함량, 당(과당, 포도당) 성분, HMF 함량, 산도 측정
수분함량은 굴절계(RX-5000α, ATAGO, 일본, 3회

측정 평균값 사용), 당 성분은 HPLC-RID(Waters 2414 Refractive Index (RI) Detector, Waters, 미국), HMF 함량은 HPLC-RID(SHIMADZU LC-30AD, Shimadzu Scientific Instruments, 일본), 산도는 Metrohm 736GP Titration system(848 Titrino plus, Metrohm, 스위스)을 이용해 벌꿀의 식품공전 시험 방법에 따라 측정했다.

결정화 측정

벌꿀 등급판정 기준에 의거 1은 결정화가 없는 것, 2는 결정화가 어느 정도 있는 것, 3은 결정화가 많은 것으로 구분해 측정했다.

통계분석

통계분석은 Statistical Analysis System Ver 9.4(SAS, USA) 프로그램으로 General Linear Model (GLM) procedure를 이용해 분산분석을 실시했다. 유의성이 있다고 판정된 처리구의 평균값 간 비교는 Duncan's multiple range-test를 이용해 5% 수준에서 분석했다.

결과 및 고찰

탄소동위원소비

탄소동위원소비는 벌꿀의 순도를 분석하기 위해 실시하며, 평균 -25.2%로 등급판정을 받기 위한 적용 조건인 -23.5% 이하를 모든 농가에서 충족했다.

[표 1] 탄소동위원소비

농가	농가 1	농가 2	농가 4	농가 5	농가 6
탄소동위원소비(%)	-25.0	-25.2	-25.2	-25.6	-25.4

1) 농가 1(경기도 이천시에서 5월 19일 채밀), 농가 2(경북 안동시에서 5월 18일 채밀), 농가 3(경북 의성군에서 5월 17일 채밀), 농가 4(충북 진천군에서 5월 19일 채밀), 농가 5(경북 구미시에서 5월 9일 채밀)

2) 보관장소: 강원LPC 축산물품질평가원 사무실

수분 함량

벌꿀의 수분은 꿀의 저장기간을 예측하는 항목으로 수분함량은 저장 당일 농가 3곳(19.4%)에서만 1등급

조건(20% 이하)을 충족했고, 표2와 같이 수분함량은 모든 저장온도에서 저장 중 유의적인 차이가 없었다.

[표 2] 저장온도 및 저장기간에 따른 수분 함량

저장 온도	저장기간(주)												p-value	
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55		60
5℃	22.26±2.25	21.63±1.91	21.92±1.99	21.74±2.07	21.95±2.07	21.52±2.09	21.69±1.93	21.46±1.95	21.55±2.09	21.69±1.95	21.66±2.06	21.72±2.09	21.74±2.03	
20℃	22.26±2.75	21.63±1.93	21.77±1.65	21.56±2.01	21.38±2.04	21.54±1.95	21.55±1.95	21.39±1.98	21.38±2.05	21.66±2.15	21.43±2.15	21.44±2.03	21.40±2.12	
30℃	22.26±2.25	21.90±1.95	21.78±1.95	21.74±2.19	21.74±2.23	21.66±2.15	21.76±2.21	21.46±2.11	21.49±2.12		21.68±2.24	21.62±2.21	21.43±2.09	
실온	22.26±2.25	21.86±1.90	21.67±1.97	21.69±2.10	21.59±2.17	21.70±2.24	21.63±2.14	21.44±2.23	21.52±2.23	21.78±2.30	21.88±2.42	21.84±2.35	21.72±2.47	
계	22.26±2.09	21.63±1.78	21.76±1.79	21.65±1.92	21.57±1.97	21.61±1.91	21.65±1.99	21.44±1.90	21.45±1.95	21.64±1.97	21.55±2.05	21.66±2.02		

당 성분(과당, 포도당)과 당비(F/G비)

벌꿀의 당 함량은 벌꿀의 숙성과 품질을 나타낼 수 있는 항목이며, 과당(fructose) 함량은 표3과 같이 20℃·30℃·실온의 저장온도에서 저장기간이 길어질수록

일정구간까지 증가하다가 감소했는데, 저장온도가 높을수록 더 많이 감소했고, 5℃에서는 오히려 저장 당일보다 증가된 것으로 나타났다.

[표 3] 저장온도와 기간에 따른 과당 함량

저장 온도	저장기간(주)												p-value	
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55		60
5℃	42.76±0.69	43.26±0.78	43.30±0.80	43.69±0.67	44.74±0.82	44.97±0.65	44.70±0.59	44.64±0.55	44.04±0.70	44.19±0.62	44.25±0.59	43.91±0.43	43.52±0.44	<0.001
20℃	42.76±0.69	43.74±0.86	43.68±0.99	44.21±0.83	44.83±1.15	44.91±1.50	44.95±0.80	44.32±1.05	43.65±1.23	43.90±1.31	43.18±1.10	42.17±1.17	41.59±1.52	<0.001
30℃	42.76±0.69	43.49±0.97	43.42±1.01	43.30±1.45	43.55±1.82	43.94±1.41	43.49±1.69	43.12±0.90	42.69±1.24	42.22±1.51	41.80±1.57	40.86±1.40	40.23±1.39	<0.001
실온	42.76±0.69	43.48±0.91	43.49±1.16	43.74±1.41	44.28±1.83	44.35±1.70	44.26±1.32	43.97±1.24	43.31±1.33	42.83±1.54	42.72±1.35	41.55±1.54	41.10±1.76	0.0078
계	42.76±0.63	43.40±0.83	43.47±0.93	43.73±1.11	44.25±1.45	44.55±1.34	44.36±1.23	44.01±1.08	43.47±1.17	43.16±1.40	42.99±1.42	42.12±1.61	41.61±1.77	<0.001

포도당(glucose) 함량은 표4와 같이 모든 저장온도에서 저장기간이 길어질수록 일정구간까지 증가하다가 감소했는데, 저장온도가 높을수록 더 많이 감소하여

30℃의 저장온도에서 가장 높게, 5℃에서 가장 낮게 감소한 것으로 나타났다.

[표 4] 저장온도와 기간에 따른 포도당 함량

저장 온도	저장기간(주)												p-value	
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55		60
5℃	27.50±0.72	26.96±0.54	27.64±0.78	27.92±0.46	27.70±0.78	27.66±0.91	27.87±0.47	28.09±0.75	27.89±0.83	27.92±0.25	27.31±0.80	28.17±0.77	25.32±1.24	<0.001
20℃	27.50±0.72	27.35±0.74	26.12±0.68	26.38±0.27	28.04±0.51	28.12±0.46	28.34±0.28	28.03±0.52	27.87±0.62	27.65±0.43	27.60±0.52	27.15±0.56	24.66±1.49	<0.001
30℃	27.50±0.72	27.42±0.32	28.31±0.71	28.33±0.30	27.95±0.56	28.07±0.70	28.29±0.34	27.71±0.59	27.77±0.69	27.57±0.40	27.49±0.42	26.89±0.50	27.94±1.13	<0.001
실온	27.50±0.72	27.44±0.48	28.25±0.40	28.75±0.40	27.82±0.44	27.85±0.52	28.30±0.41	27.87±0.61	27.73±0.55	27.46±0.50	27.35±0.53	26.77±0.60	25.22±1.62	<0.001
계	27.50±0.66	27.23±0.54	28.08±0.66	28.24±0.39	27.87±0.56	27.97±0.64	28.12±0.59	27.94±0.59	27.80±0.65	27.63±0.44	27.46±0.55	26.87±0.60	24.54±1.38	<0.001

당비(F/G비)는 표5와 같이 저장 당일 모든 농가(평균 1.56)와 저장 중 모든 온도에서 1등급 조건(1.5이상)을 충족했고, 5℃에서만 유의적인 차이로 증가한 것으로 나타났다.

5℃의 저장온도에서 당 값이 증가하는 것은 저장 말기에 과당이 1.78% 증가한 반면 포도당이 7.93% 감소했기 때문이다.

[표 5] 저장온도와 기간에 따른 당비

저장 온도	저장기간(주)												p-value	
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55		60
5℃	1.56±0.05	1.61±0.06	1.57±0.06	1.57±0.06	1.61±0.06	1.63±0.07	1.60±0.04	1.59±0.06	1.58±0.06	1.59±0.05	1.62±0.06	1.65±0.06	1.72±0.11	0.0035
20℃	1.56±0.05	1.60±0.07	1.55±0.05		1.60±0.05	1.60±0.07	1.59±0.04	1.59±0.05	1.57±0.05	1.57±0.05	1.60±0.05	1.56±0.04	1.60±0.13	0.0334
30℃	1.56±0.05	1.59	1.55±0.04	1.53±0.05	1.57±0.04	1.57±0.04	1.54±0.07	1.56±0.05	1.53±0.06	1.53±0.07			1.63±0.17	0.1041
실온	1.56±0.05	1.59±0.06	1.54±0.05	1.54±0.06	1.53±0.07	1.53±0.08	1.56±0.04	1.59±0.05			1.56±0.06	1.56±0.05	1.60±0.13	0.0001
계	1.56±0.05	1.60±0.05	1.55±0.05	1.55±0.06	1.59±0.07	1.60±0.07	1.57±0.06	1.58±0.05	1.56±0.05	1.56±0.05	1.61±0.07	1.61±0.07	1.70±0.12	<0.001

1 농가 1, 23농가, 농가 2, 10농가, 농가 3, 11농가, 농가 4, 24농가, 농가 5, 23농가

1 농가 1, 1.60, 농가 2, 1.60, 농가 3, 1.64, 농가 4, 1.53, 농가 5, 1.52

HMF 함량

HMF는 당 성분이 열에 의해 변성이 되는 과정에서 생기는 중간물질로 제품의 신선도 측정에 활용되며, 표10과 같이 20℃·30℃·실온의 저장온도에서 저장 중 증가했으며, 특히 30℃에서 현저하게 증가했다. 그러나

5℃의 저장온도에서는 저장 25주부터 HMF가 검출되지 않았다. 5℃와 20℃의 저장온도에서는 저장 중 1⁺등급 조건(3이하)을 충족했고, 30℃와 실온에서는 각각 저장 10주부터, 저장 35주에 1⁺등급을 충족하지 못한 것으로 나타났다.

[표 6] 저장온도와 기간에 따른 HMF 함량

온도	HMF 함량(mg/kg)													p-value
	저장기간(주)													
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
5℃	0.16±0.09	0.10±0.10	0.20±0.45	0±0	0.12±0.27	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0.3097
20℃	0.16±0.09	0.18±0.11	0.30±0.41	0.32±0.44	0.70±0.40	1.28±0.23	1.66±0.31	1.66±0.50	1.70±0.42	2.12±0.74	2.10±0.92	1.98±0.72	1.92±1.13	<0.001
30℃	0.16±0.09	0.76±0.27	3.64±0.72	5.66±3.94	6.46±3.79	11.74±3.86	14.66±3.61	16.65±4.35	17.08±5.33	20.56±5.34	20.00±3.58	24.86±4.09	38.10±0.99	<0.001
실온	0.16±0.09	0.36±0.21	1.00±0.69	1.56±1.11	1.80±0.93	2.48±1.15	2.92±0.72	3.16±1.08	2.80±1.29	3.00±1.30	3.16±1.63	3.28±2.03	3.98±2.62	0.0002
계	0.16±0.08	0.35±0.31	1.29±1.53	1.89±2.99	2.27±3.13	3.88±5.09	4.81±6.17	5.37±7.09	5.40±7.44	6.42±8.83	6.32±8.40	7.53±10.55	11.00±16.18	<0.001

산도

벌꿀의 산도는 보관 및 발효를 판단하는 항목으로 표7과 같이 모든 저장온도에서 저장 당일보다 저장말기에

유의적인 차이로 증가했으며, 저장온도가 높을수록 저장 말기에 더 증가하는 경향이 있는 것으로 나타났다.

[표 7] 저장온도와 기간에 따른 산도

저장 온도	산도(meq/kg)													p-value
	저장기간(주)													
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
5℃	6.24±2.65	6.98±1.25	13.22±4.27	12.78±4.10	13.7±3.75	13.52±2.43	12.82±2.40	13.38±2.94	13.14±2.72	12.96±2.09	12.98±4.79	13.62±5.52	13.48±5.72	0.0179
20℃	6.24±2.65	6.14±2.55	13.68±4.33	14.90±5.18	14.30±3.9	14.32±4.26	14.12±4.03	14.96±4.22	15.10±5.00	14.52±4.67	14.46±4.70	14.54±5.55	14.92±5.62	0.0137
30℃	6.24±2.65	6.32±2.81	14.38±5.29	18.00±8.18	19.04±8.10	17.30±7.45	18.02±7.75	16.96±6.20	16.40±5.53	17.06±6.23	15.86±6.46	15.60±5.28	15.68±5.79	0.0231
실온	6.24±2.65	5.96±2.89	15.32±6.62	14.96±5.17	15.90±4.72	14.80±4.35	15.66±5.27	15.10±4.93	15.14±4.53	15.22±4.49	14.82±6.42	14.76±4.72	15.28±4.42	0.0108
계	6.24±2.43	6.35±2.30	14.15±4.86	15.16±5.70	15.74±5.40	14.99±4.78	15.31±5.45	15.08±4.51	14.95±4.36	14.94±4.50	14.53±5.30	14.63±4.90	14.84±5.04	<0.001

결정화

결정은 표8과 같이 5℃의 저장온도에서만 35주부터 발생한 것으로 나타나 5℃만 제외하고 20℃·

30℃·실온에서 저장 중 1⁺등급 조건(결정화가 전혀 없는 것)을 충족했다.

[표 8] 저장온도와 기간에 따른 결정화

저장 온도	결정화													p-value
	저장기간(주)													
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
5℃	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.20±0.45	1.40±0.55	2.00±1.00	2.40±0.89	2.40±0.89	2.60±0.55	<0.001
20℃	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	
30℃	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	
실온	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	
계	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.05±0.22	1.10±0.31	1.25±0.64	1.35±0.75	1.35±0.75	1.40±0.75	0.0007

결론

연구 결과, HMF는 30℃의 저장온도에서 저장 10주부터, 실온에서 저장 35주에 3을 초과했으며, 결정화는 5℃의 저장온도에서 저장 35주부터 발생했다. 따라서 꿀의 보관(1년)은 결정이 생기지 않고 HMF가 3을 초과하지

않는 20℃의 온도에 하는 것이 좋으며, 등급판정 받은 꿀을 30℃의 온도에 저장할 경우 10주 이전에, 실온에 저장할 경우 35주 이전에 다시 등급판정(검사)을 받아야 1⁺등급의 품질을 보증할 것으로 사료된다. **독립검정**