산·학·연 논단

기후변화로 인한 아열대 작물 연구 현황 및 전망

방 경 원

농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부

Research Trend of Subtropical Crops due to Climate Change

Kyeong-Won Bang

Department of Agrofood Resources, National Institute of Agricultural Sciences, RDA, Jeonbuk 55365, Korea

서 론

전 세계적인 이상기상과 이상기후 현상의 증가에 대한 정부간 협의체(Intergovernment Panel on Climate Change, IPCC) 승인 특별보고서에 따르면 산업화 이전(1850~1900년)과 비교해 전 지구 평균기온이 1.5˚C 높아질 경우, 대부분 지역의 기온이 상승하고 거주 지역에서 극한 고온 발생 또한 증가한다고 한다. 또한, 이러한 기후변화는 전 지구 평균기온의 상승 폭이 커짐에 따라 더욱 심화할 것으로 내다보고 있다(1).

이에 IPCC의 제5차 평가보고서에서는 새로운 온실가스 농도 전망 기법인 '대표농도경로(Representative Concentration Pathway, RCP)'를 사용해 기후변화를 예측한다. 우리나라 기상청과 국립기상과학원에서도 달라진 온실가스 농도 전망을 토대로 새로운 온실가스 시나리오 4종(RCP2.6/4.5/6.0/8.5)을 설정하고 전 지구와 한반도 기후변화 시나리오 자료를 새롭게 작성하고 있다. 새로운 시나리오를 보면 현재 한반도 남해안에 국한된 아열대 기후는 21세기 후반으로 갈수록 그 경계가 점차 북상할 것으로 예상하고 있다(2).

RCP2.6 시나리오는 경상북도 동해안과 황해남도 서해안까지 해안을 따라 북상할 것으로 전망되며, RCP4.5/6.0 시나리오는 황해남도 서부, 강원도 동해안, 경상남도, 전라남·북도, 충청남도 일부 지역까지, RCP8.5 시나리오는 경상남·북도, 전라남·북도, 충청남도 등 높은 산지를 제외한 대부분 지역이 아열대 기후구에 속해 그 면적이 2060년 26.5%, 2080년에는 62.3%까지 확대될 것으로 보고되고 있다(2,3).

E-mail: bangkw@korea.kr

기후변화와 식생활

서론에서 이야기한 한반도의 아열대화는 농작물의 재배 적합지에 큰 변동을 불러온다. RCP8.5 시나리오는 앞으로 사과와 배 등 온대성 작물의 재배 적합지는 줄어들고 단감, 난지형 마늘 등 난대성 작물 재배 적합지가 늘어날 것으로 예상한다(4)(그림 1). 이는 아열대 작물 재배면적이 2000년대 초반부터 현재까지 점차 늘고 있는 현상과 궤를 같이한다(5-7).

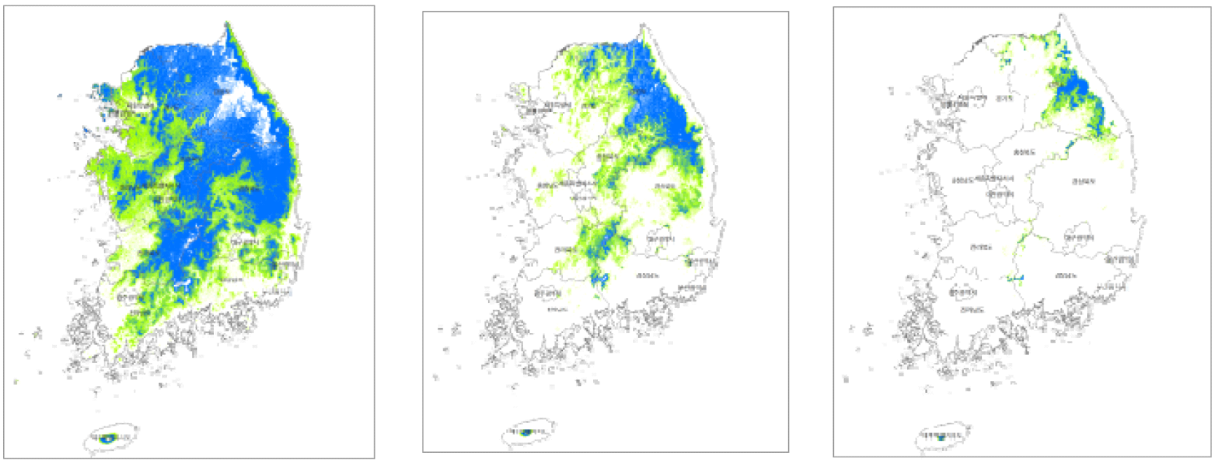
이러한 측면에서 기후변화에 따른 농작물의 변화는 식품 소비에도 영향을 미치게 된다. 그동안 우리나라는 뚜렷한 사계절 덕분에 각 계절을 대표하는 식재료로 제철음식을 만들어 먹는 문화가 매우 발달했다(8). 하지만 기후변화에 따른 재배 환경 변화로 새로운 농작물이 재배되고, 기존 농작물이 사라지거나 대체되면서 우리 식생활 문화 또한 변하고 있다.

기후변화로 아열대 작물 재배가 확대되고, 이 같은 현상이 식생활 변화로까지 이어지는 시점에 우리나라 아열대 작물 현황과 아열대 작물 특징 연구를 살펴봄으로써 앞으로 재배 적합지 변동에 대응한 아열대 연구 방향을 제시하고자 한다.

우리나라 아열대 작물 재배 현황

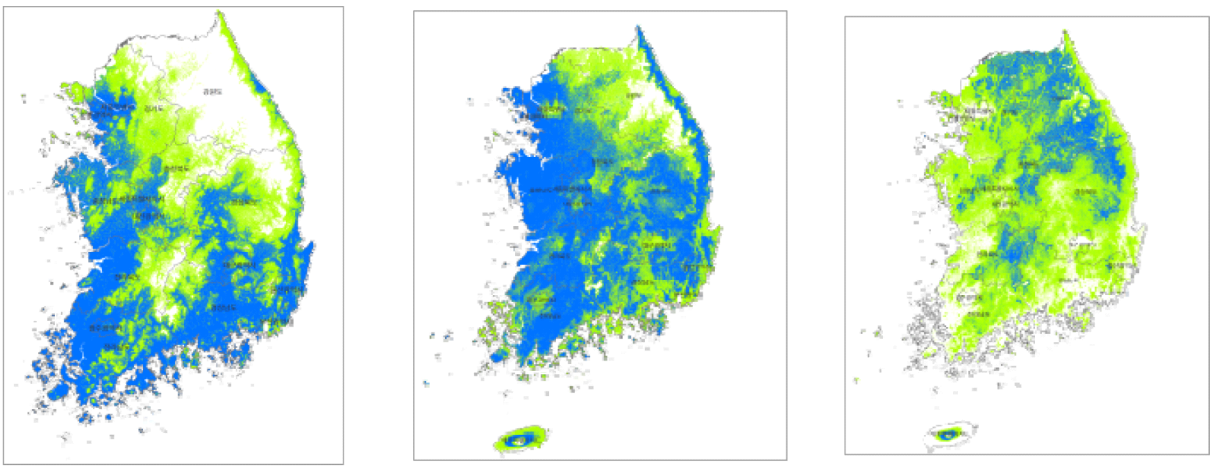
아열대 작물이란 트레와다(Trewartha) 기후구분을 기준으로 가장 추운 달의 평균기온이 18˚C 이하면서 월 평균기온이 10˚C 이상인 달이 8개월 이상인 아열대 기후구(9,10)(그림 2)에서 자라는 작물을 말한다.

농촌진흥청에서는 우리나라 기후환경에 적합할 것으로 예상되는 과수, 채소 등 아열대 작목을 선발해 재배 기술을 개발하고 농가에 보급하고 있다. 지난해 기준으로 선



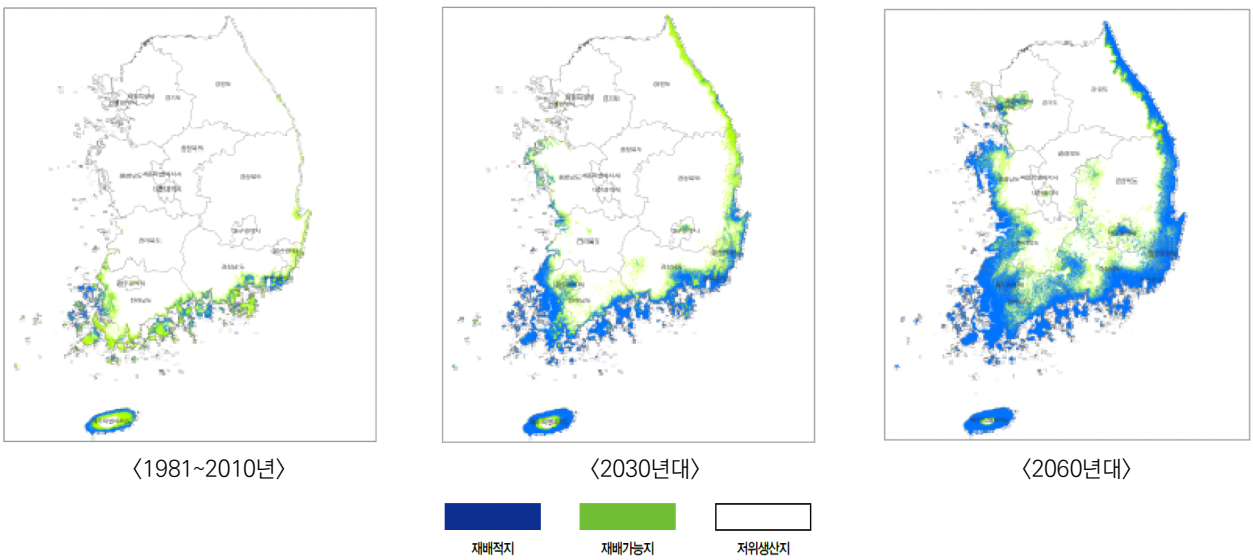
〈1981~2010년〉 〈2030년대〉 〈2060년대〉

RCP8.5 시나리오에 따른 사과 미래 재배지 변동 예측지도



〈1981~2010년〉 〈2030년대〉 〈2060년대〉

RCP8.5 시나리오에 따른 배 미래 재배지 변동 예측지도



〈1981~2010년〉 〈2030년대〉 〈2060년대〉

RCP8.5 시나리오에 따른 단감 미래 재배지 변동 예측지도

그림 1. 기후변화로 인한 재배지 변동 예측지도. 출처: RDA, 2019(4).

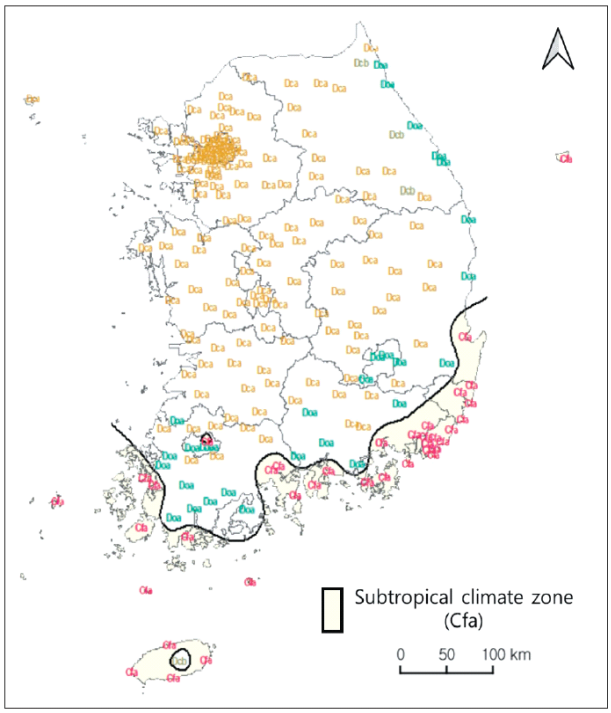


그림 2. 트레와다 기준 우리나라 아열대 기후대 분포도.
출처: 강 등, 2021(10).

발된 아열대 과수는 망고, 백향과, 용과, 올리브, 파파야, 아떼모야, 커피, 구아바, 페이조아, 바나나 등 10개 작목이며, 아열대 채소는 오크라, 여주, 삼채, 강황, 공심채, 차요테, 게욱, 롱빈, 아티초크, 얌빈, 인디언시금치 등 11개 작목이다.

아열대 과수의 총 재배면적은 2010년 33.9 ha에서 2014년 58 ha, 2020년에는 171.3 ha까지 늘었다. 아열대 채소의 총 재배면적은 2020년 기준 123.3 ha로 감소 추세다. 백향과를 제외한 아열대 과수는 증가 또는 정체 추세였으며, 공심채를 제외한 아열대 채소는 정체 또는 감소 추세를 보였다(6,11). 농가별 아열대 작물의 도입과 포기가 빈번하게 발생하였음을 의미한다.

이는 판매단가가 높게 형성된 아열대 작물의 특성상 고소득 작물로 아열대 작물을 선택한 신규 농가의 유입이 많으나 이후 일부 우수농가를 제외한 신규 농가들에서 시행착오와 판로확보의 어려움으로 재배면적을 줄이거나 작물을 전환했기 때문으로 보인다(6).

아열대 작물은 앞으로 기후변화와 더불어 소비자 기호도 변화, 다문화 가정 등의 영향으로 수요가 증가할 것으로 보인다(9). 수요 증가로 인한 아열대 작물 수입에 대비해 수입산과의 가격 경쟁력을 확보하고, 국내 재배 아열대 작물의 안전성, 신선도 등 품질을 높여 수입산과 차별화하는 전략이 필요하다(12).

아열대 작물의 특징 및 연구

아열대 작물은 열매와 잎 연구가 주를 이루며, 열매는 식용으로 사용되는 과육, 부산물로 여겨지는 껍질과 씨로 구분해 연구한다. 탄수화물, 지질, 단백질, 지방산, 유기산, 비타민, 미네랄 등 영양 성분 함량을 분석하고, 항산화, 항염, 항암 효능 등 생리활성 성분 측정과 효능 검증 연구들이 이뤄진다. 또한, 재배지역, 품종, 생육 조건에 따른 작물의 성분 변화와 수확 후 저장 관리도 연구되고 있다.

우리나라에서 재배되는 아열대 작물 중 가장 재배면적이 넓은 망고(2020년 기준 재배면적 67.72 ha)와 생산량이 가장 많은 여주(생산량 917.1톤)를 중심으로 각 작물의 기능성과 영양 성분을 살펴보고자 한다(4).

아열대 과수 기능성 및 영양 성분

망고(*Mangifera indica* L.)는 옻나무과(Anacardiaceae) 망고속(Mangifera)에 속하는 다년생의 열대 과수로 인도 동부나 따뜻한 아열대 지역에서 흩어져 분포하며, 땅이 고르지 못한 곳에서도 잘 자라고 재배할 때 많은 수분이 필요하지 않다(13). 주요 품종(원산지)으로는 알폰소(Alphonso, 인도), 어윈(Irwin, 멕시코, 페루), 오크룽(Okrung, 태국), 남독마이(Nam Doc Mai, 태국), 카라바오(Carabao, 필리핀), 호아록(Hoa Loc, 베트남), 글렌(Glenn, 멕시코, 페루, 에콰도르) 등이 있다(14).

망고는 과실이 익어가면서 생화학적, 생리학적, 구조적 변화가 나타난다. 망고는 총 4단계로 성장이 진행되는데, 과실로부터 21일까지를 1단계, 최대 성장 시기인 21일에서 49일 사이의 2단계, 49일에서 77일까지 과실이 성숙하는 3단계, 과실이 노화되어 부패가 시작되고 미생물 공격에 취약한 77일 이후 4단계로 구분한다(15). 이러한 단계를 거치면서 망고의 발육이 시작되는 시점과 성숙 과정에서 성분 함량 차이가 존재한다(16)(그림 3).

망고는 가식부위 100 g 기준으로 일반성분인 수분은 82.9 g, 단백질은 0.72 g, 지질은 0.1 g, 회분은 0.31 g, 탄수화물은 15.97 g으로 구성되어 있다. 무기질은 칼륨이 142 mg, 인이 17 mg, 마그네슘이 12 mg 들어있다. 총 아미노산은 637 mg, 필수아미노산은 290 mg이고 필수아미노산 중 루신 함량이 52 mg로 가장 많았다(17). 망고에는 페놀 화합물, 베타카로틴, 비타민 C와 같은 생리활성 화합물이 많이 함유되어 있다. 망고의 주성분인 mangiferin(C2-β-d-glucopyranosyl-1,3,6,7-tetrahydroxyxanthone)은 항암, 항균, 항동맥경화, 항알레르기, 항염, 항비만, 진통 및 면역조절 등의 효능이 있다(18-23).

나머지 아열대 과수의 일반성분 중 수분은 구아바가 88.9 g으로 가장 많았고, 단백질은 백향과가, 지질과 회분은 올리브가, 탄수화물은 백향과가 가장 많았다(17)(표 1).

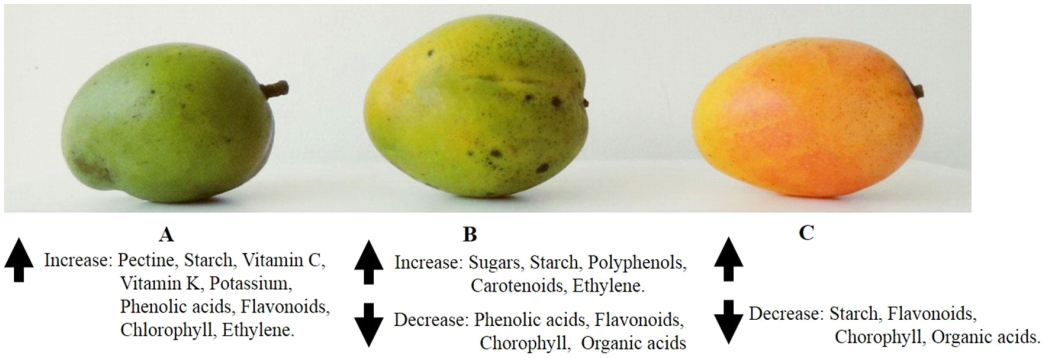


그림 3. 망고 성숙 과정에 따른 유효성분 변화. 출처: Maldonado-Celis 등, 2019.

표 1. 아열대 과수 일반성분, 무기질, 아미노산 분석표 (가식부 100 g 기준)

	과수 및 성분		망고	백향과	용과	올리브	파파야	아떼모야	커피	구아바	바나나
	에너지	kcal	61	100	54	118	39	73	3	38	84
일반 성분	수분	g	82.9	73.6	84.6	81.6	88.6	79.4	99	88.9	76.1
	단백질		0.72	1.68	1	0.8	0.75	1.2	0.2	0.6	1.1
	지질		0.1	1.55	0.1	12.3	0.09	0.1	0.01	0.1	0.1
	회분		0.31	0.59	0.4	1.9	0.61	0.3	0.1	0.5	0.76
	탄수화물		15.97	22.58	13.9	3.4	9.95	19	0.7	9.9	21.94
	총 당류		13.66	8.58			8.79		0	3.5	14.63
	자당		6.97	3.41			0			0.3	0.18
	포도당		2.01	2.54			5.14			1.5	7.81
	과당		4.68	2.63			3.65			1.7	6.64
	총 식이섬유		1.7	6.5		2.5	1.8		0	5.1	1.9
무기질	칼슘	mg	7	5	10	68	12	11	2	8	7
	철		0.18	0.65	0.5	0.8	0.25	0.2	0.02	0.1	0.29
	마그네슘		12	24		11	12		4	8	28
	인		17	53	26	5	17	21	3	16	26
	칼륨		142	248	141	10	215	308	38	240	346
	나트륨		0	1	1	640	9	2	0	3	0
	아연		0.14	0.75		0.2	0.11		0	0.1	0.19
	구리		0.098	0.173		0.17	0.012		0	0.06	0.085
	망간		0.257	0.145		0.08	0.031		0.025	0.09	0.133
	셀레늄	μg	0.49	0.68			0.6		0.2		0.27
	몰리브덴		0.49	4.51			1.31		0.07		6.19
아미노산	총 아미노산	mg	637	1405		649	618		140	372	913
	필수 아미노산		290	618		294	239		44	153	460
	이소루신		28	48		30	22		4	22	30
	루신		52	93		48	37		8	40	85
	라이신		47	71		30	36		1	17	55
	메티오닌		11	24		11	10		1	3.8	10
	페닐알라닌		30	90		28	27		6	1.4	37
	트레오닌		32	49		25	26		3	23	38
	트립토판		9	16			11		0	5.2	12
	발린		35	62		36	27		6	20	45
	히스티딘		16	38		22	12		9	5.2	89
	아르기닌		30	127		64	31		7	15	59
	비필수 아미노산		347	787		355	379		96	219	453
	티로신		22	27		22	20		3	7.3	23
	시스테인		20	33			13		2		14
	알라닌		44	73		41	31		10	30	44
	아스파르트산		64	138		88	137		9	38	122
	글루탐산		98	266		89	60		45	78	119
	글리신		35	70		47	66		25	30	42
	프롤린		27	100		38	22		0	18	40
	세린		37	80		30	30		2	18	49

출처: 국가표준식품성분표 제9개정판(17).

아열대 채소 기능성 및 영양 성분

여주(*Momordica charantia* L.)는 박과(Cucurbitaceae)에 속하는 일년생 덩굴성 식물로, 미국에서는 '비터 멜론(bitter melon, bitter gourd)', 아프리카에서는 '와일드 큐컴버(wild cucumber)', 인도에서는 '카레라(karela)', 동남아시아에서는 '암팔라야(ampalaya)' 등 다양한 이름으로 불리고 있다.

여주는 표면에 혹 같은 돌기가 많을수록 쓴맛이 강하며(24), 식물스테롤 배당체들과 많은 종류의 아미노산, 시트룰린, 펙틴, 갈락투론산 등의 성분이 들어 있어 혈당강하 기능이 탁월하다. 특히 지용성 물질인 charantin은 췌장의 β세포에 작용해 인슐린 분비를 촉진함으로 혈당강하 효과가 있다고 보고되고 있다(25-27).

여주는 가식부위 100 g 기준으로 일반성분인 수분은 93.3 g, 단백질은 1.28 g, 지질은 0.36 g, 회분은 0.58 g, 탄수화물은 4.48 g으로 구성되어 있다. 무기질은 칼륨이 253 mg, 인이 27 mg, 칼슘이 15 mg 들어있다. 총 아미노산은 2,321 mg, 필수아미노산은 1,183 mg이고 필수아미노산 중 라이신 함량이 199 mg으로 가장 많았다(17). 여주의 기능성 성분으로는 alkaloids, triterpenoids, phenolic acids, flavonoids, saponins, carotenoids 등의 다양한 기능성 성분의 작용으로 여주는 항당뇨 효

표 2. 아열대 채소 일반성분, 무기질, 아미노산 분석표 (가식부 100 g 기준)

	과수 및 성분		오크라	여주	삼채	공심채	차요테	아티초크	얌빈
일반성분	에너지	kcal	30	22	23	17	21	47	44
	수분	g	90.2	93.3	92.4	93	94.3	84.94	88.5
	단백질		2.1	1.28	1.55	2.2	0.59	3.27	0.68
	지질		0.2	0.36	0.13	0.1	0.46	0.15	0.06
	회분		0.9	0.58	0.93	1.4	0.28	1.13	0.4
	탄수화물		6.6	4.48	4.99	3.1	4.37	10.51	10.36
	총 당류		1.9	0.36	0.81	0.5	2.32	0.99	4.59
	자당		0.7	0	0	0	0.07	·	1.36
	포도당		0.6	0.25	0.4	0.2	1.07	·	1.87
	과당		0.6	0.11	0.41	0.3	1.18	·	1.36
	총 식이섬유		5	3.7	2.8	3.1	·	5.4	0.7
무기질	칼슘	mg	92	15	60	74	23	44	13
	철		0.5	0.15	0.83	1.5	0.22	1.28	0.23
	마그네슘		51	11	20	28	13	60	10
	인		58	27	49	44	18	90	30
	칼륨		260	253	318	380	136	370	181
	나트륨		4	0	2	26	0	94	1
	아연		0.6	0.12	0.31	0.5	0.12	0.49	0.24
	구리		0.13	0.037	0.028	0.2	0.015	0.231	0.113
	망간		0.48	0.145	0.198	1.07	0.072	0.256	0.094
	셀레늄	μg	·	0	1.69	·	0.21	0.2	0
	몰리브덴		4	6.97	5.34	·	4.22	·	1.96
아미노산	총 아미노산	mg	1692	2321	1208	·	514	·	456
	필수 아미노산		670	1183	530	·	262	·	141
	이소루신		59	109	51	·	25	·	11
	루신		98	190	102	·	44	·	10
	라이신		89	199	80	·	37	·	25
	메티오닌		27	36	21	·	0	·	7
	페닐알라닌		68	126	58	·	34	·	15
	트레오닌		65	117	60	·	24	·	19
	트립토판		26	·	14	·	·	·	0
	발린		78	152	59	·	36	·	23
	히스티딘		40	67	23	·	14	·	12
	아르기닌		120	187	62	·	48	·	19
	비필수 아미노산		1022	1138	678	·	252	·	315
	티로신		47	82	43	·	20	·	12
	시스테인		20	42	17	·	0	·	10
	알라닌		90	134	87	·	21	·	16
	아스파르트산		320	252	121	·	60	·	185
	글루탐산		340	319	216	·	56	·	45
	글리신		66	104	66	·	20	·	11
	프롤린		61	108	51	·	52	·	8
	세린		78	97	77	·	23	·	28

출처: 국가표준식품성분표 제9개정판(17).

과, 항산화 활성, 항균 및 항발암 효과, 항염증 활성, 콜레스테롤 저하 등의 다양한 생리활성을 가지는 것으로 보고되었다(28-33).

나머지 아열대 채소의 일반성분 중 수분은 차요테가 94.3 g으로 가장 많았고, 단백질은 아티초크, 지질은 차요테, 회분은 공심채, 탄수화물은 아티초크가 가장 많았다(17)(표 2).

결 론

기후변화의 위기 속에서 재배 적합지가 변하고, 글로벌 교역, 개개인의 문화체험 증가, 다문화 유입 등으로 새로운 작물에 대한 수요가 증가하는 현상으로 볼 때, 향후 아열대 작물의 수요도 함께 증가할 것이다. 아열대 과일은 영양학적으로 우수하고 다양한 유용성분을 가졌으며 희소성으로 인해 현재는 국내에서 높은 가격대를 형성하고 있다. 그러나 앞으로 재배 적합지의 변화로 아열대 작물 재배면적이 계속 늘어난다면 과잉공급으로 국내산 아열대 작물은 가격 하락을 피할 수 없을 것이다. 이에 각 작물의 품질에 영향을 미치는 요인을 밝히고, 새로운 기능성과 효능을 탐색함으로써 잠재적 수요 발굴에 힘써 닥쳐올 어려움에 대비해야 한다.

식물방역법에 따르면 수입 망고는 병해충 국내 유입 방지를 위해 산지에서 증열 처리과정을 거쳐야 한다. 46~48°C의 온탕에서 10~30분 증열 처리하고 나면 당도는 떨어지고 과육은 쉽게 물러 망고 특유의 맛과 향이 사라지고 신선도가 떨어진다(34). 망고처럼 후숙 과정을 거쳐 수입되는 작물이나 저장성이 떨어지는 작물은 국내에서 생산되는 아열대 작물이 상대적 우위를 갖는다. 이러한 우위를 바탕으로 신선함과 고품질을 강조할 수 있는 생화학적·생리학적 기전과 생산지에 따른 아열대 작물의 구조적 차이, 이에 따른 우수성 등을 구명하는 노력이 필요하다. 이러한 노력의 하나로 농촌진흥청은 지자체 등 관산학연과 공동연구수행을 통해 아열대 작물 활용도를 높이고 새로운 관광 상품을 개발하기 위한 과제를 수행하고 있다. 이를 통해 아열대 작물의 다양성을 확보하고 새로운 기능성을 찾는 중이다. 앞으로 아열대 작물 식품 시장의 확대와 활성화를 기대해 본다.

참고문헌

1. Masson-Delmotte V, Zhai P, Pörtner HO, Roberts D, Skea J, Shukla PR, et al. Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland. 2018.
2. Korea Meteorological Agency. An analysis of climate change prospects on the Korea peninsula. Seoul, Korea. 2018. p 24-27, 77-82.
3. Kim SC, An HJ, Jeong YB, Kim CH, Lim CG. Research status and strategy of subtropical crops. Rural Development Administration, Jeonbuk, Korea. 2017. p 9-40.
4. Rural Development Administration. A survey on climate change in agriculture. Jeonbuk, Korea. 2019. p 46-87.
5. 강정화, 이유석, 손동모, 남승희, 오봉윤, 이선경 등. 아열대 채소의 식품학적 특성 및 이용방법. 식품저장과 가공산업. 2013. 12(1): 40-47.
6. Jeong US, Kim S, Chae YW. Analysis on the cultivation trends and main producing areas of subtropical crops in Korea. Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society. 2020. 21:524-535.
7. 권오상, 강혜정, 정학균, 김창길. PMP 최적화 모형을 이용한 기후변화 대응 작물전환 분석. 농촌경제. 2016. 39(2):1-27.
8. 정혜경. 한국 로컬 푸드의 재생산, 제철 음식과 향토 음식. 한맛한얼. 2010. 3:438-446.
9. Trewartha GT, Horn LH. Köppen's classification of climates. In: An Introduction to Climate. McGraw-Hill, New York, NY, USA. 1980. p 397-403.
10. 강권민, 최영은, 김유진, 민숙주, 최다솜, 김기영 등. 신평년값(1991~2020년)을 이용한 우리나라 기후형 구분과 특성에 관한 연구. 기후연구. 2021. 16:179-195.
11. Rural Development Administration. A survey on climate change in agriculture and its impact and vulnerability assessment. Jeonbuk, Korea. 2021. p 200-213.
12. Ji S, Lee S. Recent trend and implications of tropical fruit supply and demands. Korea Rural Economic Institute, Jeonnam, Korea. 2016.
13. An MR, Keum YS, Lee SK. Comparative analysis of volatile flavor compounds in Taiwan Apple Mango and Philippines Carabao Mango. Korean J Food Sci Technol. 2015. 47:191-197.
14. 차은성, 한지희, 천지연. 시판하는 수입산 건조망고의 품질 특성. 한국식품영양과학회지. 2020. 49:1252-1257.
15. Tharanathan RN, Yashoda HM, Prabha TN. Mango (*Mangifera indica* L.), "The king of fruits"－An overview. Food Rev Int. 2006. 22:95-123.
16. Maldonado-Celis ME, Yahia EM, Bedoya R, Landázuri P, Loango N, Aguillón J, et al. Chemical composition of mango (*Mangifera indica* L.) fruit: nutritional and phytochemical compounds. Front Plant Sci. 2019. 10:1073. https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01073
17. Rural Development Administration. Korean food composition table. 9th revision. 2017 [cited 2022 May 30]. Available

from: http://koreanfood.rda.go.kr/kfi/fct/fctIntro/list?menuId=PS03562
18. Berardini N, Fezer R, Conrad J, Beifuss U, Carle R, Schieber A. Screening of mango (*Mangifera indica* L.) cultivars for their contents of flavonol *O*- and xanthone *C*-glycosides, anthocyanins, and pectin. J Agric Food Chem. 2005. 53:1563-1570.
19. Ribeiro SMR, Barbosa LCA, Queiroz JH, Knödler M, Schieber A. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Brazilian mango (*Mangifera indica* L.) varieties. Food Chem. 2008. 110:620-626.
20. Dar MS, Oak P, Chidley H, Deshpande A, Giri A, Gupta V. Nutrient and flavor content of mango (*Mangifera indica* L.) cultivars: an appurtenance to the list of staple foods. In: Simmonds MSJ, Preedy VR, editors. Nutritional Composition of Fruit Cultivars. Academic Press, London, UK. 2016. 445-467.
21. Ediriweera MK, Tennekoon KH, Samarakoon SR. A review on ethnopharmacological applications, pharmacological activities, and bioactive compounds of *Mangifera indica* (Mango). Evid Based Complement Alternat Med. 2017. Article ID: 6949835. https://doi.org/10.1155/2017/6949835
22. Lee M, Nam DE, Kim OK, Shim TJ, Kim JH, Lee J. Anti-obesity effects of African mango (*Irvingia gabonesis*, IGOB 131^{TM}) extract in leptin-deficient obese mice. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2014. 43:1477-1483.
23. Imran M, Arshad MS, Butt MS, Kwon JH, Arshad MU, Sultan MT. Mangiferin: a natural miracle bioactive compound against lifestyle related disorders. Lipids Health Dis. 2017. 16:84. https://doi.org/10.1186/s12944-017-0449-y
24. Day C, Cartwright T, Provost J, Bailey CJ. Hypoglycaemic effect of Momordica charantia extracts. Planta Med. 1990. 56:426-429.
25. Parkash A, Ng TB, Tso WW. Purification and characterization of charantin, a napin-like ribosome-inactivating peptide from bitter gourd (*Momordica charantia*) seeds. J Pept Res. 2002. 59:197-202.
26. Rathi SS, Grover JK, Vats V. The effect of *Momordica charantia* and *Mucuna pruriens* in experimental diabetes and their effect on key metabolic enzymes involved in carbohydrate metabolism. Phytother Res. 2002. 16:236-243.
27. Schmourlo G, Mendonça-Filho RR, Alviano CS, Costa SS. Screening of antifungal agents using ethanol precipitation and bioautography of medicinal and food plants. J Ethnopharmacol. 2005. 96:563-568.
28. Ahn MJ, Yuk HJ, Lee HY, Hwang CE, Jeong YS, Hong SY, et al. Effect of the enhanced biological activities and reduced bitter taste of bitter melon (*Momordica charantia* L.) by roasting. J Agric Life Sci. 2015. 49(2):107-119.
29. Moon SL, Choi SH. Characteristics of cookies quality containing bitter melon (*Momordica charantia* L.) powder. Korean J Culinary Res. 2014. 20(6):80-90.
30. Kim BK, Hong JS, Yoon HJ, Hong SD, Hong SP, Lee JI. Influence of bitter melon extraction on oral squamous cell carcinoma. Kor J Oral Maxillofac Pathol. 2013. 37(2):59-66.
31. Kim MW. Effect of bitter melon on plasma blood glucose and cholesterol levels in streptozotocin induced diabetic rats. J East Asian Soc Diet Life. 2013. 23:704-712.
32. Nam SW, Kim M. A study on inhibitory activities on carbohydrase and anti-inflammatory activities of hot-water and ethanol extracts from immature dried bitter melon (*Momordica charantia* L.). J East Asian Soc Diet Life. 2015. 25:999-1006.
33. Boo HO, Lee HH, Lee JW, Hwang SJ, Park SU. Different of total phenolics and flavonoids, radical scavenging activities and nitrite scavenging effects of *Momordica charantia* L. according to cultivars. Korean J Medicinal Crop Sci. 2009. 17:15-20.
34. Ji ST, Youm JW, Yoo JY. A feasibility study on the cultivation of tropical fruit in Korea: focused on mango. Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society. 2018. 19:252-263.