

과제구분	기관고유	수행시기	전반기	
전략체계	4-1-3	기술분야 및 품목표준코드	S02	
과제번호	LP00431401		FT010601	
과 제 명		수행기간	과제책임자	
사과 우량 신품종 육성		'11~계속	사과이용연구소	김현수
1) 사과 유전자원 수집 및 특성조사		'11~'22	사과이용연구소	김현수
2) 교배조합 작성 및 계통 육성		'13~계속	사과이용연구소	구소희
3) 사과 유망계통 선발 및 특성검정		'17~계속	사과이용연구소	김현수
색인용어	사과, 유전자원, 교배, 신품종(apple, genetic resource, hybridization, new variety)			

사과 유전자원 수집 및 특성조사

Apple Genetic Resource Collection and Characterization Investigation.

Hyun-Soo Kim¹, Ju-Youl Oh¹, Jeong-Jin Hong¹, Jin-Hyang Son¹, So-Hui Gu¹
Eun-Jee Park², Woo-Il Kim², and Eun-Ho Jeong¹

¹Apple Utilization Research Institute, Geochang, Korea

²Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Jinju, Korea

ABSTRACT : Apples were the most productive fruit. However, many consumers and producers want a variety of apple varieties to come to the market. In this study, apple resource evaluation was performed to evaluate cultivation adaptation in Gyeongnam province for breeding high-quality and diverse apples.

The Institute of apple utilization had 270 kinds of apple resources, and those with poor freeze damage, fruit quality, and tree characteristics were weeded out. A total of 72 apple resources were collected from 2020 to 2022, and a total of 300 resources are currently being managed to be used for breeding. As a result of checking the 90 resources analyzed over four times, a large size variety difference was shown in the average weight, but other characteristics did not. As a result of examining the characteristics related to taste, such as hardness, solid soluble content, and total acid, there was no significant difference between years in all genetic resources. However, in Apple resources, the full bloom day showed a difference of 4.2 days on average between years, and it was considered that environmental factors played a significant role. Consequently, by analyzing various characteristics, it will be possible to increase breeding efficiency by using them when cultivating high-quality apple varieties.

Key words : apple, genetic resource, characteristic, environmental factors



1. 연구목표

사과는 전국적으로 3만 4천ha 정도에서 재배 중이며 그중 10%에 해당하는 면적은 경남에서 재배가 되고 있다. 넓은 면적에서 재배가 되고 있지만, 사과는 ‘후지’라는 도입 품종이 68% 정도의 재배면적을 차지하고 있어 품종의 다양성이 떨어지고 있으며, 다양한 품종의 요구가 많아지면서 새로운 품종의 육성이 필요해지고 있다. 변화하는 환경과 경향에 맞추기 위해 경남지역에서 다양한 유전자원의 생육계절과 특성을 조사하여 우수한 품종육성의 모·부본으로 활용하고자 본 시험을 수행하였다.

2. 재료 및 방법

본 시험은 경남지역에서의 유전자원 특성을 확인하고자 2011~2022년 동안 수행되었고 8년간(2015~2022) 과실 특성 조사를 수행하였고 5년간(2018~2022) 유전자원의 생육계절 조사를 수행하였다.

2011년도부터 유전자원을 수집하여 2015년도부터 착과를 시켜 과실특성을 분석하였다. 과실특성은 평균과중, 가용성 고형분 함량(SSC), 산 함량(TA), 경도, Hunter value를 평균적인 크기를 보이는 과실 5개를 임의로 수확하여 조사하였다. 평균 과중은 전자저울을 활용하여 각 과실을 측정하였다. SSC는 과일 전체를 믹서기로 갈아 착즙 후 디지털 굴절당도계(Refractometer PAL-1, Atago, Tokyo, Japan)로 측정하였고, TA는 착즙한 사과즙을 산도 측정기(G20 compact Titrator, METTLER TOLEDO, Schwerzengach, Switzerland)를 이용하여 0.1N NaOH로 pH 8.3이 될 때까지 적정한 후 malic acid로 환산하였다. 과실의 경도는 과실 적도 부위에 과피를 제거한 후 직경 11.3mm 헤드로 경도계(TAXTEexpress, stable micro system, England)를 이용하여 두 곳을 측정하고 평균값을 $Kgf(kilogram\ force) \times 9.807 = N$ 식으로 환산형 표기하였다. 과실의 착색 정도는 휴대용 색차계(Spectrophotometer CM-700D, Minolta co, Tokyo, Japan)로 과실 적도면에서 양광면, 음광면, 양광면과 음광면 사이 총 3부위를 측정하여 산술평균을 사용하였다.

2018년도부터 유전자원의 생육계절을 조사하였다. 3월부터 5월까지 농촌진흥청 국립원예특작과학원의 사과꽃 생물계절 단계코드를 기준으로 하여 매주 2~3회씩 유전자원 포장에서 조사를 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

표 1. 사과 유전자원 수집 및 특성조사

품종	도입국	품종	도입국
스위트멜로디	영국	시나몬스파이스	영국
로즈펠	일본	히든로즈	영국
블루문	영국	가든파운데이션	영국
그린센세이션	영국	파이어댄스	영국
썬캣	영국	그린캣	영국
Kingston Black	영국	허드슨골드잼	미국
슘오브와인	스위스	체낭고스트로베리	미국
버스코트	영국	루비네트	영국
이로도리	일본	엔부	일본
Granny smith	오스트레일리아	Early McIntosh	미국
Lemon apple	카자흐스탄	Crimson King	영국

품 종	도 입 국	품 종	도 입 국
Mcintosh	미국	Surpass Frequin	미국
Stafford	미국	Virginia Gold	미국
Huidobro	칠레	Kile	오스트레일리아
Radoux	미국	Chulanka	미국
Suislepper	에스토니아	Namangan Skoe Krasnoe	미상
Goldrush	캐나다	Reinette van Ekenstein	네덜란드
Samar Candskoe rannee	미상	Scarlet Sentinel M.11	캐나다
Rossos hanskoge Polosatoie	미상	Royale d'Angleterre	미국
Reinette Grise	미국	Reinette du Canada	프랑스
Aori 13	일본	MFH	미상
M. prunifolia Sikora	중국	67PRI 1279-9	미상
FST #1	프랑스	Hibernal	미국
M X scheideckeri	미상	M. mandshurica	중국
Winter Gold Crab	미상	M. Sylvestris Plena	유럽
M. coronarica Si-12-70	캐나다	Pomme Cloche	미국
M. Sylvestris sdlg	유럽	연공	일본
Summer Rambo	프랑스	Kinrei(금령)	일본
King of the Pippins	프랑스	가을스타	한국
Demir	터키	Frostproof	미상
Mislimka	미국	Chiver's Delight	영국
Dorsett Golden	바하마	Arthur Turner	영국
G.11	미국	G.202	미국
G.30	미국	G.210	미국
G.41	미국	키라메키	일본
문루즈	일본	루빈후지	일본

‘노야’ 등 식용, 야생근연종, 대목용, 수분수, 유전재료, 미상 등 총 270개의 유전자원을 관리 및 조사를 수행하였다. 동해로 인한 고사, 과실 및 나무의 특성이 우수하지 못한 자원들을 도태시키고 2020년도부터 2022년까지 총 72개의 자원을 수집하여 총 300개의 자원을 관리하면서 특성이 우수한 ‘시나노골드’ 등 32 자원을 활용하여 교배 부·모본으로 활용하였다.

표 2. 유전자원 비파괴조사 과실특성

도입명 ^z	평균과중 (g)	L/D	‘a’
Norda	184.8±9.7 ^x	0.94±0.03	10.8±4.8
대전합울	185.6±14.1	0.87±0.05	23.9±4.6
Yellow Transparent	205.5±13.9	0.80±0.01	-4.0±0.6
Noran	112.6±8.2	0.90±0.01	1.2±3.0
노야	293.4±12.5	0.90±0.03	-5.7±0.8
서광	234.9±17.3	0.82±0.01	22.1±4.8
Ames	167±21.3	0.83±0.02	8±6.1



도입명 ^z	평균과중 (g)	L/D	'a'
Discovery	157.1±6.7	0.77±0.02	23.7±8.7
시나노레드	227.1±12.3	0.87±0.01	25.6±4.3
복금	191.8±44.2	0.90±0.01	16.2±5.3
만복	212.5±10.7	0.79±0.12	26.8±4.2
비스타벨리	221.6±20.4	0.91±0.01	17.2±7.4
산사	188.6±15.6	0.89±0.02	24.1±4.6
얼리브레이크	244±8.5	0.88±0.01	23.5±4
Redfree	233.1±39.2	0.81±0.02	18±8.5
홍홍	164.7±11	0.81±0.02	19.3±7
Gala	235.1±14.1	0.95±0.03	24.2±4.6
Sunlight	185.7±15.8	0.92±0.02	15.6±4.9
썸머드림	207.6±12.4	0.78±0.01	17.4±4.8
협갈라	201.1±25.7	0.93±0.04	31.2±2.4
모르겐두프트	188.3±5.8	0.86±0.01	22.2±5.8
추영	243.5±13.2	0.83±0.01	21.2±3.7
Atlas	241.8±9.5	0.83±0.01	20.4±5.2
쓰가루	232.7±6	0.88±0.01	15.4±4.8
아오리15호	271.3±21.7	0.8±0.01	24.8±6.9
홍오	237.4±15.4	0.86±0.01	15.1±6.2
Galaxy Gala	213.1±11.2	0.9±0.01	27.5±5.4
그린볼	294.2±20.6	0.85±0.01	-4.5±1.1
Classic Red Delicious	270.2±15.4	0.88±0.01	24.7±6.6
Gravenstein	279.2±22.5	0.82±0.02	19.9±4
홍로	237.1±6.4	0.90±0.01	30.1±2.3
Gala Scarlet	206.8±11.1	0.94±0.01	26.2±6.3
Freedom	308.4±26.9	0.84±0.04	21.2±4.2
홍고우린	320.7±25	0.84±0	23.1±5.1
JonaFree	205.5±11.5	0.84±0.01	21.5±4.9
Jadernicka	111.1±2.9	0.96±0.01	21.4±5.6
컷트	259.5±14.5	0.86±0.01	25.1±5
세계일	488.8±26.3	0.86±0.03	20.6±1.1
오이라세	344.6±30.6	0.86±0.01	25.2±5.4
Glockenapfel	283±27.4	0.98±0.02	-3±2.1
Early Strawberry	317.6±19.6	0.81±0.01	21.4±3.9
Akagi	217.1±11	0.92±0.01	23.7±6.2
더블레드 데리셔스	313.6±18.2	0.90±0.01	28.2±2

도입명 ^z	평균과중 (g)	L/D	'a'
Spartan	282.4±15.4	0.85±0.01	24.3±4
Delicious	309.8±17.5	0.87±0.01	27.8±1.4
Macfree	209.7±7.3	0.83±0.01	22.1±3.3
Straking	297.6±25.7	0.91±0.01	23.7±5.8
홍소	275.8±24.6	0.84±0.01	24.1±5.1
태양5호	218.7±8.6	0.82±0.01	23.1±3.9
홍금	279.6±18.3	0.89±0.01	25.3±5.7
네로-26	260.8±19.5	0.88±0.01	18.3±7
홍월	226.1±8.5	0.86±0.01	20.8±5.3
황옥	230.5±12	0.93±0.01	-1.1±0.7
피크닉	213.9±7.9	0.88±0.01	29.6±2.2
와세후지	279.3±8.7	0.88±0.01	30.6±2.1
메구미	301.6±12.8	0.68±0.1	22.8±3.7
군마명월	255.5±21.4	0.85±0.05	2.8±4.2
레드월씨	247.1±17.6	0.78±0.01	21.4±5.4
Yellow Spur delicious	283.1±13.1	0.93±0.02	-0.8±3
Liberty	202.7±7.4	0.8±0.02	18.7±3.1
조나골드	301.3±19.2	0.86±0.02	20.6±6.9
금왕자	319.8±16.5	0.85±0	24±4.4
여홍	267.4±10.9	0.85±0.02	25.1±4.5
왕령	255.6±10.8	0.98±0.01	-0.3±2.6
Smokehouse	314.8±8	0.77±0.02	14.6±5.6
화사	220.8±13.2	0.92±0.01	27.6±5.4
Jumbo	546.8±53.6	0.79±0.01	20.7±7.2
Nova Easygro	231±23.3	0.83±0.01	21.1±7.1
Gold Spur	276.7±8.5	0.89±0.01	6.9±5.3
퍼시픽로즈	284±15.1	0.88±0.01	33.8±1.7
북두착색계	375.7±20.4	0.81±0	18.1±5.4
양광	311.1±10.3	0.91±0.01	28.3±4.5
시나노골드	289.4±24.2	0.75±0.11	0.9±0.5
휘	310.6±8	0.85±0.01	1.3±1.2
녕수	218±39.9	0.86±0.02	27.8±4.8
감홍	401.4±29.1	0.97±0.02	27.2±1.5
화무골드	390.2±28.4	0.93±0.01	-4.1±0.9
어소천원	301.8±12.2	0.84±0.02	21.7±6.4
Annurca	212.4±9.3	0.86±0.02	22.9±6



도입명 ^z	평균과중 (g)	L/D	'a'
육오	429.3±24.2	0.91±0.01	-4.8±1.3
Red well	310.8±15.2	0.90±0.02	26.5±0.6
화영	328.1±25.5	0.84±0.01	21±5
Priam	284±16.7	0.94±0.01	-0.5±1.5
테인즈	387.6±25.2	0.82±0.02	29.1±0.8
시나노스위트	306.2±8.5	0.86±0.02	28.4±1.2
엔드블루그린	356.2±46.5	0.90±0.05	-0.9±3.4
신복	304.8±9.4	0.84±0.01	24.9±1.4
정향	341.1±13.6	0.93±0.01	4.1±2.5
산후지	323.2±17.1	0.81±0.03	21.1±5.1
Anisim	320.9±22.1	0.87±0.01	29.7±2

^z 2015~2022 사이 4년 이상 조사된 유전자원

^x mean±SE

경남지역에서의 유전자원 비과과 과실 특성은 표 2과 같다. 8년간의 조사 기간 동안 4년 이상 조사된 자원은 'Norda' 등 90종으로 전체 유전자원에서 30% 정도이다. 평균 과중에서 'Jumbo'가 가장 큰 표준오차를 나타내었고 'Nova Easygro'가 가장 낮은 표준오차를 보였다. 과실의 모양과 관련된 특성인 L/D 비율은 조사 기간 중 큰 차이를 나타내지 않았다. 과피의 적색도를 나타내는 'a'값도 조사 기간 중 큰 차이를 보이지 않았다.

대과일수록 연차 간의 차이가 크게 발생하였고 중·소과 일수록 연차 간의 차이가 작아지는 것으로 조사되었다. L/D 비율은 과실의 특성에서 큰 변화를 보이지 않아 환경적 요인보다 유전적 요인이 크게 발휘되는 것으로 조사되었다.

과실의 외관만큼 중요한 경도, 당도, 산도를 조사한 결과는 표 3과 같다. 모든 유전자원에서 경도는 연차 간의 오차가 크게 나타나지 않았다. 당도와 산도에서도 마찬가지로 연차 간의 오차가 작게 조사되었다.

당도와 산도는 환경과 유전자에 의한 변이가 큰 것으로 조사되었지만 산도에서는 2개, 당도에서 1개의 유전자가 연차별로 높은 유의성을 나타내어 품종 간의 구분을 할 수 있는 마커로 활용할 수 있었다. 이러한 결과로 환경변이만큼 유전자의 영향이 큰 당도와 산도에서 연차 간의 오차가 크지 않은 것으로 판단되었다.

표 3. 유전자원 과피조사 과실특성

도입명 ^z	경도 (N)	당도 (°Brix)	산도 (%)
Norda	38.2±5 ^x	13.4±0.7	0.43±0.02
대전합울	41.8±4.5	13.9±0.6	0.59±0.06
Yellow Transparent	26±2.5	12.7±0.3	0.91±0.05
Noran	41.1±4.7	14.1±0.4	0.53±0.04
노야	31.8±3.2	12.5±0.4	0.99±0.04
서광	36.3±3.6	13.9±0.3	0.50±0.04
Ames	44.5±6.3	14.0±0.3	0.72±0.14

도입명 ^z	경도 (N)	당도 (°Brix)	산도 (%)
Discovery	40.8±4.9	15.3±0.7	0.62±0.04
시나노레드	46.3±2.4	13.8±0.4	0.42±0.02
복금	33.1±3	13.7±0.2	0.52±0.05
만복	43.2±3.3	14.1±0.4	0.20±0.04
비스타벨리	37.4±5.2	12.3±0.2	0.77±0.02
산사	46.5±1.8	14.4±0.5	0.34±0.02
얼리브레이크	43.8±3	13.2±0.3	0.8±0.22
Redfree	43.4±7.1	12.7±0.4	0.40±0.01
홍홍	23.7±3.8	12.8±0.6	0.80±0.04
Gala	62.1±2.5	13±0.3	0.36±0.01
Sunlight	41.8±2.1	13.8±0.3	0.33±0.03
썸머드림	45.4±3.4	13.6±0.3	0.27±0.02
협갈라	60.8±6.9	13.4±0.3	0.31±0.03
모르겐두프트	54.6±5.3	14.1±0.2	0.97±0.09
추영	58.5±5.2	13.8±0.4	0.36±0.03
Atlas	26.2±6.3	12.6±0.1	0.70±0.06
쓰가루	49.4±3.2	13.8±0.3	0.26±0.03
아오리15호	47.2±6.9	15.2±0.6	0.35±0.01
홍오	42.8±5.7	14.6±0.1	0.35±0.05
Galaxy Gala	69.3±7.7	12.4±0.4	0.33±0.03
그린볼	43±2.3	13.8±0.5	0.31±0.02
Classic Red Delicious	54±6.5	12.5±0.6	0.37±0.07
Gravenstein	32.5±5	13±0.4	0.70±0.1
홍로	45±4	15.1±0.2	0.13±0.01
Gala Scarlet	60.2±5.6	13.3±0.3	0.38±0.03
Freedom	30.7±3.8	14.3±0.3	0.67±0.07
홍고우린	40.5±4.7	14±0.4	0.31±0.04
JonaFree	54.9±6.3	13.4±0.1	0.80±0.05
Jadernicka	38.5±4.3	11±0.2	0.68±0.1
컷트	40±2.7	14.1±0.4	0.52±0.05
세계일	30.7±3.4	14.8±0.5	0.23±0.02
오이라세	47.4±4.6	14.5±0.5	0.39±0.09
Glockenapfel	51.9±6.8	12.9±0.5	1.08±0.1
Early Strawberry	44.1±4.2	11.5±0.3	0.79±0.08
Akagi	46±3.6	14.6±0.3	0.30±0.02
더블레드 테리셔스	44±4.5	12.4±0.8	0.24±0.01
Spartan	43.7±4.8	13±1.5	0.60±0.04
Delicious	46.1±4.5	13.2±0.9	0.18±0.01
Macfree	40.9±4.3	13.9±0.2	0.61±0.07
Straking	44.3±3.2	11.8±0.6	0.26±0.02
홍소	58.5±3	14.3±0.3	0.21±0.04
태양5호	62±4.9	16.4±0.6	0.51±0.03
홍금	41.2±2.8	13.8±0.2	0.21±0.05



도입명 ^z	경도 (N)	당도 (°Brix)	산도 (%)
네로-26	43.4±1.7	15.0±0.4	0.34±0.04
홍월	48±3.1	15.7±0.3	0.29±0.02
황옥	42±3.1	14.9±0.3	0.37±0.04
피크닉	68.3±4.9	14.7±0.6	0.37±0.03
와세후지	42.6±2.9	14.1±0.5	0.27±0.03
메구미	39.6±6.1	16.5±0.7	1.33±0.13
군마명월	40±5.2	14.4±0.3	0.82±0.59
레드월씨	45.4±3.8	13.2±0.5	0.47±0.02
Yellow Spur delicious	38.4±4.7	15.3±0.5	0.43±0.06
Liberty	32.8±3.9	13.3±0.4	0.62±0.05
조나골드	44.5±5.5	14.9±0.2	0.51±0.04
금왕자	41.1±2.8	13.9±0.3	0.33±0.06
여홍	53.1±1.5	14.5±0.4	0.33±0.02
왕령	42.7±2.6	14±0.7	0.31±0.04
Smokehouse	39.6±2	14±0.3	0.53±0.03
화사	37.4±1.9	14.3±0.4	0.34±0.03
Jumbo	57.4±11.3	12.7±0.3	0.65±0.06
Nova Easygro	39.7±3	11.5±2.4	0.34±0.01
Gold Spur	41.1±3	15.4±0.8	0.44±0.0.
퍼시픽로즈	54.2±6.5	12.9±0.8	0.22±0.02
북두착색계	37.5±2.6	13.5±0.4	0.73±0.47
양광	49±1.4	14.5±0.2	0.33±0.01
시나노골드	55.2±3.5	13.3±1.6	0.38±0.02
휘	42.5±4.9	13.8±0.3	0.26±0.02
녕수	47.7±4.4	15±0.2	0.27±0.02
감홍	49.1±2.4	16.4±0.9	0.28±0.01
화무골드	48.6±2	15.1±1	0.28±0.01
어소천원	50.2±6.8	14.3±0.5	0.20±0.02
Annurca	68±5.7	13.3±0.2	0.71±0.08
육오	50.2±2.7	13.9±0.3	0.77±0.28
Red well	36.5±3.6	13.9±0.2	0.45±0.03
화영	48.2±1.3	14.2±0.2	0.39±0.04
Priam	33.6±3.7	14.5±0.3	0.35±0.02
테인즈	50±2.6	13.4±0.2	0.42±0.03
시나노스위트	33.2±1.1	15.1±0.3	0.18±0.02
앤드블루그린	46.9±4.2	14.3±0.4	0.59±0.05
신복	52.1±6.1	14.6±0.8	0.38±0.06
정향	51±4.1	14.7±0.4	0.28±0.02
산후지	48.6±4	13.9±0.4	0.28±0.02
Anisim	52.5±5	12.4±0.3	0.47±0.01

^z 2015~2022 사이 4년 이상 조사된 유전자원

^x mean±SE

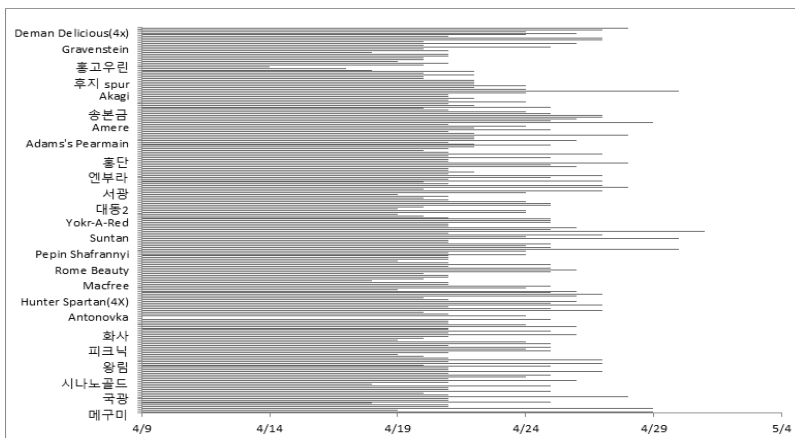


그림 1. 2018년 유전자원 만개기 분포

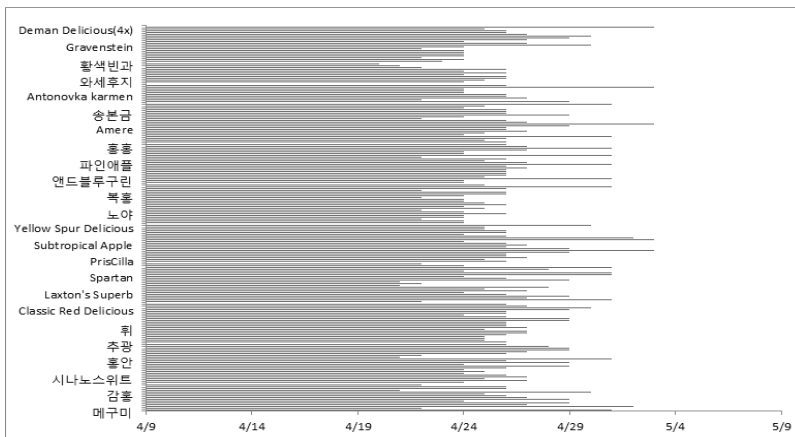


그림 2. 2019년 유전자원 만개기 분포

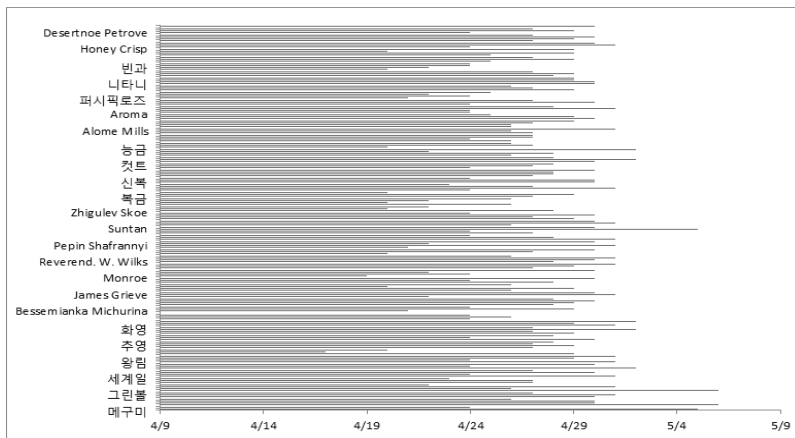


그림 3. 2020년 유전자원 만개기 분포

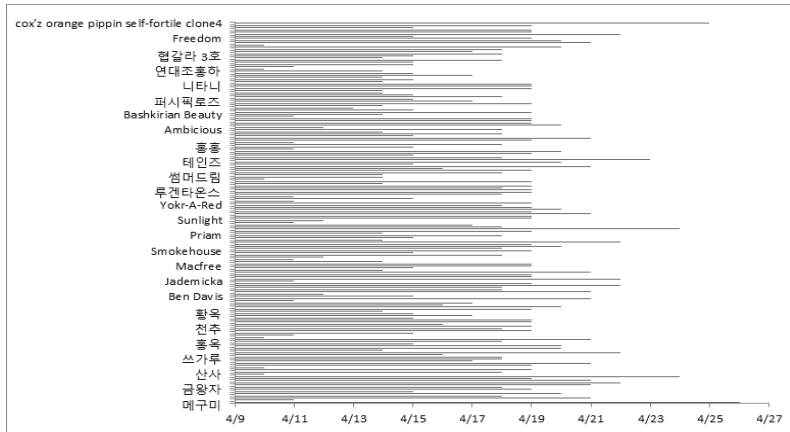


그림 4. 2021년 유전자원 만개기 분포

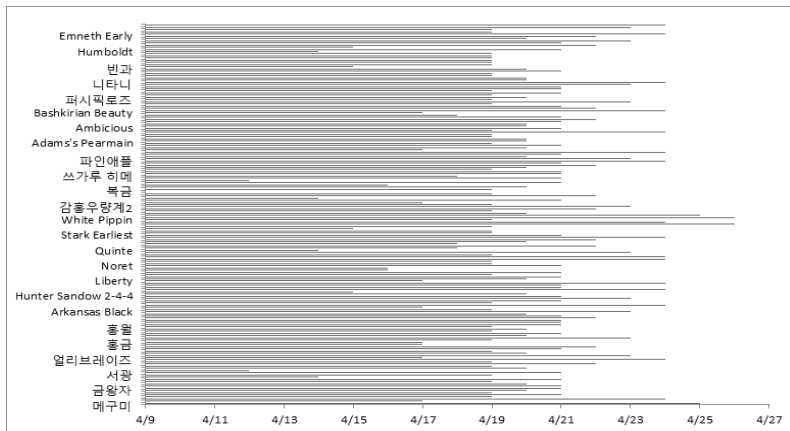


그림 5. 2022년 유전자원 만개기 분포

그림 1~5는 2018년도부터 이상기상과 관련하여 유전자원의 만개기 분포를 확인하고자 생물계절 조사를 수행한 결과이다. 격년 결실, 교배조합 활용 등으로 인해 매년 조사하는 유전자원의 수는 174~220개 분포하였다. 조사된 모든 자원들은 평균적으로 4월 16일 ~ 5월 1일 사이에 만개기에 도달한 것으로 조사되었다. '니타니', 'Antonovka', '루겐타운스'라는 자원들이 이 표준편차가 10일 이상으로 조사되어 연차간의 변이가 가장 크게 조사되었고, 'Winesap', 'Zhigulev Skoe', '코코', 'Deman Delicious(4x)' 자원들이 표준편차가 0으로 매년 같은 날에 만개기인 것으로 조사되었다. 목본식물은 기상환경인 온도, 일장, 강수량 등에 의해 생물계절 및 과실 특성에 영향을 준다고하였다. 이러한 결과로 유전자원에서 대부분 자원에서 연차 간의 만개기 차이가 발생한 것으로 판단된다.

4. 결과요약

- 가. 특성이 불량한 자원을 도태시키고 72개 자원을 수집하여 총 300개의 자원을 관리 및 조사하면서 그 중 우수한 특성을 지닌 32개의 자원을 선발하여 교배조합으로 활용하였음

- 나. '15년도부터 과실 특성 조사를 수행하여 '22년도까지 8회의 조사중 4회 이상 조사된 90개의 유전자원에서 평균과중을 제외하고 L/D, 'a', 당도, 산도는 년차간의 차이가 크지 않은 것으로 조사되었음
- 다. 유전자원의 만개기는 4월 중순부터 5월 초까지 넓게 분포를 하였고 유전자원들마다 만개기 편차는 발생하였으나, 그 중 2유전자원은 편차가 없는 것으로 조사되었고 유전자원의 평균적인 편차는 4.2일로 조사되었음

5. 인용문헌

경상남도농업기술원. 2019. '홍로/M9' 밀식과원 수체 안정화 기술 연구. 시험연구보고서. p. 375-384.

A. R. Han et al. 2020. Identification of favorable SNP alleles related to fruit traits in diverse apple germplasm. research square.

한점화 등. 2013. 배 '신고'의 연차간 과실 생장과 기상 요인과의 상관성. 원예과학기술지. 31권 1호 : 8~13.

T. S. et al. 2013. Changes in the taste and textural attributes of apples in response to climate change. Scientific report. 3:2418 : 1~7.

6. 연구결과 활용

연도 (연차)	활용구분	제 목
2017년도 (7년차)	학 술 발 표	○ 사과 수집 유전자원의 경남지역에서 생육 및 과실특성
2021년도 (11년차)	학 술 발 표	○ 경남지역에서 기후변화와 'Gala'과실 특성간에 상관 분석

7. 연구원 편성

세부과제	구 분	소 속	직 급	성 명	수행업무	참여년도				
						'18	'19	'20	'21	'22
1) 사과 유전자원 수집 및 특성조사	책 입 자	사과이용연구소	농업연구사	김현수	연구총괄	○	○	○	○	○
	공동연구자	사과이용연구소	농업연구사	오주열	자료분석			○	○	○
	공동연구자	사과이용연구소	농업연구사	홍정진	자료분석	○	○	○	○	○
	공동연구자	사과이용연구소	농업연구사	손진향	자료분석			○	○	○
	공동연구자	사과이용연구소	농업연구사	구소희	자료분석				○	○
	공동연구자	사과이용연구소	농업연구관	정은호	업무조정	○	○	○	○	○
	공동연구자	원예연구과	농업연구사	박은지	자료분석	○				
	공동연구자	원예연구과	농업연구관	김우일	자료분석	○	○			