

양조용 적색 포도 품종의 수형에 따른 수체생장, 과실 품질 및 양조적성

정성민^{1,*} · 허윤영² · 이동훈² · 임동준² · 박서준² · 정석태³

¹국립원예특작과학원 기획조정과, ²국립원예특작과학원 과수과, ³국립농업과학원 발효가공식품과

Vine growth, fruit, and wine quality of red wine grapes cultivated in different trellises

Sung Min Jung^{1,*}, Youn Young Hur², Dong Hun Lee², Dong Jun Im², Seo Jun Park², and Seok Tae Jeong³

¹Planning and Coordination Division, National Institute Horticultural and Herbal Science, Rural Development Administration

²Fruit Research Division, National Institute Horticultural, and Herbal Science, Rural Development Administration

³Fermented & Processing Food Science Division, National Institute of Agricultural Science, Rural Development Administration

Abstract The cultivars of wine grapes ‘Doonuri’, ‘Narsha’, ‘Cabernet Sauvignon’, and ‘Merlot’ were cultivated in Modified-T (MT), Modified-T Cane pruning (MTC), and Geneva Double Curtain (GDC) trellises, and the changes in vine growth, fruit and wine characteristics were compared for two years (2018 and 2019). With respect to the vine growth characteristics, the wine grape cultivars cultivated in the GDC trellis were significantly inferior to those cultivated in the MT or MTC trellises. The grape yields of the cultivars cultivated in GDC trellise increased by 1.5 to 2 times cultivated in the GDC trellises compared to those cultivated in the other trellis, however, the fruit characteristics (total soluble solids, titratable acidity, and berry weight) did not differ among the differently cultivated groups. Moreover, the anthocyanin content and red color of the wine were significantly enriched in all red wine grape cultivars cultivated in the GDC trellises.

Keywords: fruit character, trellis, wine

서 론

좋은 품질의 포도주 생산에 가장 중요한 요소는 좋은 품질의 포도생산이며, 이를 위해서는 해당 지역의 재배환경이 매우 중요하다. 우리나라의 기후 특성상 겨울철 추위로 인한 동해피해로 인해 유럽종 양조용 포도의 재배가 어렵고, 여름철 과다한 영양생장과 강우로 인한 병해충 피해로 인해 수확기에 가당하지 않고 양조할 수 있는 포도의 당도(22°Bx 이상)를 일정하게 생산하기는 매우 어렵다(An 등, 2012). 이러한 기후조건을 극복하기 위해 우리나라의 포도재배는 비가림시설과 비닐멀칭을 이용하여 강우 유입에 의한 병 피해와 여름철의 과다한 영양생장을 억제하고 있다(Kim 등, 2015). 그러나 장마기의 일조부족은 인위적인 해결이 어렵기 때문에 우리나라에서 대부분의 포도재배는 부족한 일조에도 생산이 가능한 조생종 품종 위주로 재배하면서 당도를 비롯한 과실의 품질을 높이는 재배가 이루어지고 있다. 이렇듯 기후조건은 인위적인 조절이 어렵고, 극복을 위한 많은 비용이 필요하므로, 질 좋은 포도 생산을 위해서는 먼저 해당지역에 잘 적응할 수 있는 품종을 선발한 뒤, 그 품종의 특성을 최대한 끌어낼 수 있는 재배방법을 선택하고, 환경적인 관리가 이

루어져야 한다(Jackson, 2014).

포도주 생산을 위한 품종선택의 가장 중요한 기준은 해당 지역의 기후, 토양조건에 잘 적응하여 양조에 적합한 균일한 품질의 포도를 생산할 수 있는 적응성이다. 세계적인 포도주 생산지에서는 해당 지역의 기후, 토양조건에 적합한 고유의 품종을 선발하고, 이 품종을 기반으로 대중성을 높이기 위해 ‘Cabernet Sauvignon’과 같은 좋은 양조적성을 가진 대중적인 품종과 블렌딩하여 포도주의 가치를 높이고 있다. 대표적으로 이탈리아의 ‘Sangiovese’, 스페인의 ‘Tempranillo’, 미국 ‘Zinfandel’ 등이 각 지역별 기후, 토양조건에 적합한 품종으로 오랫동안 선택된 품종이다(Johnson과 Robinson, 2008). 우리나라에서도 우리나라의 기후, 재배시스템에 적합한 양조용 포도품종을 육성하기 위해, 우리나라 기후에 잘 적응하는 품종과 유럽종 양조용 품종을 교배하여 신품종을 육성하였고, 이중 청포도인 ‘Cheongsoo’ 품종은 백포도 주용으로 재배되고 있다. 적색 양조용 품종으로 ‘Doonuri’ 품종은 ‘Schuyler’ × ‘Campbell Early’의 교배로 2006년 육성된 품종으로 ‘Campbell Early’에 비해 높은 탄닌함량을 가진 품종이며, ‘Narsha’ 품종은 ‘Alden’ × 머루의 교배로 2009년 육성된 양조용 품종으로 머루 특유의 진한 붉은색과 탄닌, 향을 가진 품종이다(Noh 등, 2012; Yun 등, 2011).

우리나라에서 포도재배에 널리 사용되는 재배시스템은 비가림 하에서 개량일자형 수형을 이용하여 재배하는 양식으로(Fig. 1 A), 매년 단초전정(spur pruning)으로 결과지를 관리하며 주로 생식용포도 생산에 맞춰진 재배방법을 사용하고 있다(Park 등, 2016). 우리나라에서 많이 재배되는 ‘Campbell Early’와 ‘Muscat Bailey A (MBA)’ 등의 품종은 신초의 1, 2번 눈의 차년도 발아율이 높기 때문에 단초전정이 가능하고, 단초전정이 가능한 품종에서는

*Corresponding author: Sung Min Jung, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Rural Development Administration, Wanju, Jeonbuk 55365, Korea
Tel: +82-63-238-6122
Fax: +82-63-238-6105
E-mail: fizzle@korea.kr
Received April 26, 2020; revised May 24, 2020;
accepted May 25, 2020

전정 및 수체 관리가 쉬운 개량일자형 수형을 사용할 수 있다. 그러나 외국에서 재배되고 있는 대부분의 양조용 품종들은 신초의 1, 2번 눈의 차년도 발아율이 낮아 단초전정 시 신초발생이 없거나, 과실이 없는 결과지 발생이 많아 우리나라에서 사용하고 있는 개량일자형 수형을 적용하기 어렵다. 최근 백포도주로 많은 기대를 받고 있는 ‘Cheongsoo’ 품종의 경우 개량일자형(MT; Modified-T), 커튼형, 이중커튼형(GDC; Geneva Double Curtain)을 시험하였을 때 수확량이 1.5배 증가하면서 과실 품질은 큰 차이를 보이지 않는 이중커튼형이 가장 좋은 것으로 나타났다(Kim 등, 2014). 본 연구에서는 국내육성 적색 양조용 포도품종과 주요 유럽종 적색 양조용 포도품종을 대상으로 주지갱신형, 이중커튼형 수형을 적용했을 때, 주 재배수형인 개량일자형 대비 수체생장, 과실 품질, 양조적성 차이를 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

포도나무 수형구성

본 시험은 농촌진흥청 국립원예특작과학원(완주)의 포도 시험포장 내 표준비가림 시설에 2.7m×2.7m로 재식된 양조용 포도 중에서 국내육성 품종인 ‘Doonuri’, ‘Narsha’, 그리고 대조를 위해 유럽종 양조용 포도인 ‘Cabernet Sauvignon’, ‘Merlot’ 품종을 이용하여 2년(2018, 2019년) 동안 수행하였다. 2018년 품종별로 개량일자형(MT; Modified-T spur pruning), 주지갱신형(MTC; Modified-T Cane pruning), 이중커튼형(GDC; Geneva Double Curtain) 등 3 가지 수형을 구성하였고 수형별 5주의 반복을 두었다. 개량일자형(Jung 등, 2012; Kim 등, 2015; Park 등, 2016)은 우리나라 포도 재배를 대표하는 수형으로, 주지 유인선을 지상 1.4 m 높이에 설치한 후 재식 2년 차(2017)에 신초를 주지 유인선으로 교호로 유인하여 수형을 구성하였고, 전년도 신초를 1-2번 눈을 남기고 자르는 단초전정으로 관리하였다(Fig. 1A). 주지갱신형 수형은 개량일자형과 동일형태이지만 주지 유인선에 매년 새로운 주지로 갱신하여 수형을 구성하였다(Fig. 1B). 이중커튼형(GDC)은 지상 1.6 m 높이에 주지 유인선을 120 cm 폭으로 2개를 설치한 뒤, 재식 2년 차(2017)에 신초를 한쪽 방향으로 유인하여 주지를 구성하고 재식 3년 차에 반대쪽에 새로운 신초를 받아 나머지 주지를 완성한 후 이후의 전정은 단초전정으로 관리하였다(Fig. 1C). 개량일자형과 주지갱신형에서는 신초가 대각선 방향으로 성장하도록 유인하고 포도 과립이 형성된 이후 신초를 덕면에 수평으로 유인하여 관리하였다. 이중커튼형(GDC)은 신초가 8-9엽 정도 성장하였을 때 신초를 비틀어 신초의 성장 방향이 아래로 향하도록 관리하였다(Kim 등, 2014). 시험에 사용한 세 가지 수형 모두에서 관행적인 재배관리가 이루어졌으며, 별도의 송이다듬기, 착과량 조절은 하지 않았다.

수체 특성

수형 구성에 따른 수체 특성 및 수세를 비교하기 위해 2018-2019년 각 나무별 주간부 평균 굵기, 신초 굵기 및 절간장, 신초수, 수확량을 조사하였다. 주간부의 평균 굵기는 7월 초에 지면으로부터 30 cm 높이의 주간부 종경과 횡경을 측정하여 평균하였다. 수형에 따른 신초의 세력을 비교하기 위해 신초비대기에 첫 번째와 두 번째 눈 사이의 신초 굵기를 주당 10개씩 측정하여 평균하였고, 동일한 신초를 대상으로 3번째 절간부터 나머지 절간까지 각각의 절간장을 조사하여 평균하였다.

과실 품질

수형 처리 간 동일한 비교를 위해 2018, 2019년 적정 수확시기는 수형별, 품종별 8월 초부터 일주일 간격으로 과실을 수확한 뒤 각 품종의 개량일자형 수형을 기준으로 당산비가 35에 도달하는 시기 또는 가장 높은 당산비를 나타내는 시기로 설정하였다. 적정수확시기에 각 품종별 수형별 포도 10송이를 무작위로 수확하여 품질을 비교하였다. 수확한 과실에서 24개의 과립을 임의로 채취하여 과립의 종경과 과립중을 조사하였다. 이중 무작위로 10개의 과립을 선택하여 착즙한 후 굴절 당도계(PAL-1 Atago, Tokyo, Japan)와 자동산도분석계(Titroline easy, Schott Instrument, Mainz, Germany)를 이용하여 당 함량(total soluble solids, TSS)과 적정 산도(titratable acidity, TA)를 측정하였다. 가용성고형물 함량과 산 함량은 3반복 조사하였다. 과피색은 색차계(Colorimeter CR-300, Minolta Co., Kyoto, Japan)를 이용하여 Hunter L*, a*, b* 값을 측정하여 비교하였다.

양조 적성

포도주 양조는 Chang 등(2008)의 방법을 따라 2019년 품종별 적정 수확 시기에 수형 별로 각각 수확한 과실을 목표 당 함량인 22°Bx에 맞춰 가당한 후 양조하였다. 포도주의 양조적성은 아래의 방법으로 조사하였다. 총 polyphenol 및 총 anthocyanin 함량은 포도주 원액을 증류수로 5배 희석한 뒤 희석액 1 mL에 0.2 M sodium acetate (pH 1.0) 9 mL를 넣어 잘 섞은 후 분광광도계(Agilent 8453, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)를 사용하여 총 polyphenol은 280 nm, 총 anthocyanin은 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정값은 Mazza 등(1999)의 방법에 의해 총 polyphenol의 경우 gallic acid 표준용액 검량선으로, 총 anthocyanin의 경우 malvidin-3-glucoside 표준용액 검량선으로 환산하여 표시하였다. 포도주 원액의 적색도는 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 휘발산(volatile acid)은 Chang 등(2008)의 방법을 사용하여, 포도주 증류액 80 mL에 증류수로 20 mL를 넣어 100 mL의 혼합액을 만들었다. 이후 혼합액 30 mL에 0.01 N NaOH로 pH 8.2까지 적정한 뒤 이를 acetic acid의 함량으로 표시하였다. 모든 실험결과의 통계처리는 공개용 통계소프트웨어인 R (Ver 3.5.1)의 통계분석패키지 Rcmdr (Ver 2.5-1)을 이용하여 일원분산분석하였고, 요인 간 유의성은 Tukey's HSD test ($p < 0.05$)로 검증하였다.

결과 및 고찰

포도나무의 수형 별 수체생장의 비교

포도의 수체생장을 비교하기 위해 주간부 굵기, 신초 기부, 평균 굵기, 신초 절간의 평균 길이, 신초수, 수확량을 조사하였다(Table 1). 수형구성의 효과가 본격적으로 나타나는 2019년 결과를 먼저 살펴보면, 주지가 2개로 구성된 이중커튼형 수형의 평균 주간 굵기는 32.5 내지 45.0 mm로 1개로 구성된 개량일자형 38.0 내지 50.0 mm, 주지갱신형 33.4 내지 56.5 mm에 비해 품종에 관계없이 낮게 나타났다. 포도의 수세를 간접적으로 비교하는 지표로 사용되는 신초기부의 평균 굵기(Jung 등, 2012)는 개량일자형에서 9.54-12.79 mm, 주지갱신형에서 9.42-12.81 mm, 이중커튼형 수형에서 8.30-9.61 mm로 이중커튼형 수형에서 상대적으로 얇았다. 마찬가지로 신초 절간의 평균 길이를 비교한 결과 또한 유사한 결과를 나타내었다. 이는 수형의 특성상 동일한 공간에 주지가 2개로 배치되어 신초수와 주당 착과량이 증가하고 주간부의

Table 1. Grapevine growth characters of red wine grapes cultivated in three different trellises (2018-2019)

Year	Cultivar	Trellis ¹⁾	Trunk width (mm)	Shoot width (mm)	Internode length (cm)	Shoot number /tree	Yield/tree (kg)
2018	Doonuri	GDC	23.9±1.7 ^{b2)}	7.7±0.1 ^b	7.0±0.6 ^b	24.7±1.6 ^a	16.2±2.3 ^a
		MT	31.5±2.1 ^a	10.1±1.3 ^a	12.4±1.4 ^a	15.0±2.6 ^b	10.6±1.5 ^b
		MTC	25.7±2.9 ^b	8.0±0.8 ^{ab}	7.3±0.4 ^b	23.3±3.2 ^a	14.9±2.0 ^a
	Narsha	GDC	29.9±3.9 ^a	10.0±0.9 ^a	9.7±0.6 ^b	31.7±3.8 ^a	7.2±1.2 ^a
		MT	33.1±2.6 ^a	9.5±1.1 ^a	10.3±0.6 ^a	28.0±2.6 ^a	5.5±1.1 ^b
		MTC	20.6±1.6 ^b	7.7±1.3 ^a	6.5±0.7 ^b	23.0±3.0 ^b	4.7±1.2 ^b
	Cabernet Sauvignon	GDC	29.8±3.3 ^a	8.8±0.2 ^b	6.8±0.7 ^c	31.0±3.5 ^a	10.6±2.1 ^a
		MT	36.4±1.4 ^a	10.8±0.8 ^a	10.3±0.8 ^a	21.3±4.8 ^a	7.3±3.1 ^b
		MTC	30.5±3.4 ^a	10.7±0.2 ^a	8.6±0.4 ^b	24.0±2.6 ^a	9.2±1.7 ^a
	Merlot	GDC	26.0±1.3 ^a	8.4±0.8 ^{ab}	6.9±0.7 ^a	35.0±4.3 ^a	9.6±1.5 ^a
		MT	28.1±1.3 ^a	9.5±0.3 ^a	7.5±0.8 ^a	28.0±4.3 ^a	7.4±1.7 ^b
		MTC	26.4±1.1 ^a	7.7±0.3 ^b	6.2±0.1 ^a	22.3±5.1 ^a	6.5±1.2 ^b
2019	Doonuri	GDC	32.5±3.4 ^b	8.3±1.2 ^a	9.2±1.2 ^b	42.0±5.8 ^a	41.7±4.8 ^a
		MT	43.7±3.9 ^a	9.5±2.2 ^a	11.9±0.4 ^a	28.6±3.4 ^b	28.4±3.3 ^c
		MTC	35.0±3.2 ^b	9.4±1.7 ^a	8.6±1.1 ^b	35.4±3.9 ^{ab}	35.2±3.9 ^b
	Narsha	GDC	35.4±5.1 ^c	9.2±0.4 ^b	10.7±2.1 ^a	64.2±11.4 ^a	10.5±2.3 ^a
		MT	47.2±2.8 ^a	12.4±0.9 ^a	12.3±2.2 ^a	31.8±4.1 ^b	5.9±1.1 ^b
		MTC	41.5±2.4 ^b	12.5±0.9 ^a	12.3±0.8 ^a	37.4±9.5 ^b	7.5±2.2 ^b
	Cabernet Sauvignon	GDC	45.0±3.8 ^b	9.6±0.8 ^b	6.7±1.6 ^b	74.4±19.2 ^a	25.5±5.1 ^a
		MT	50.0±4.4 ^b	12.8±1.4 ^a	8.5±1.6 ^{ab}	38.5±10.8 ^b	14.9±4.8 ^b
		MTC	56.5±2.5 ^a	12.8±0.8 ^a	9.4±2.0 ^a	40.4±5.8 ^b	14.9±1.7 ^b
	Merlot	GDC	33.5±4.4 ^a	9.7±0.8 ^b	7.9±1.1 ^a	61.4±10.0 ^a	19.3±3.9 ^a
		MT	38.0±3.1 ^a	9.9±1.1 ^{ab}	9.1±1.3 ^a	34.2±7.3 ^b	10.2±3.6 ^b
		MTC	33.4±5.8 ^a	11.6±1.8 ^a	8.3±3.2 ^a	38.3±6.7 ^b	10.8±2.1 ^b

¹⁾GDC (Geneva Double Curtain), MT (Modified-T spur pruning), MTC (Modified-T cane pruning)

²⁾Different letters in the same cultivar indicate significant differences ($p < 0.05$) by Tukey's HSD.

수체생장이 상대적으로 억제된 결과로 볼 수 있다(Fig. 1). 이와 같은 차이는 2018년에도 유사한 경향을 나타내었다. 다만 2018년은 기록적인 폭염으로 7, 8월 전주지역 평균기온이 7월 32.7°C, 8월 33.7°C로 평년값인 7월 25.6°C, 8월 26.8°C에 비해 매우 높아 전반적인 나무의 생육과 수확량이 낮았다.

개량일자형 수형은 주간부 위 140 cm 높이에 양쪽으로 반영구적인 주지를 수평으로 배치하고 단초전정하여 신초를 V자 형태로 교호로 유인하는 수형이다(Fig. 1). 개량일자형 수형은 모든 신초를 위쪽 방향으로 수직으로 유인하는 vertical Shoot Position (VSP) 수형에 비해, 신초를 입체적으로 배치하여 수관의 표면적을 넓혀 엽면적지수(Leaf Area Index (LAI))를 향상시킨 수형이다(Jung 등, 2012; Kim 등, 2015; Park 등, 2016). 개량일자형과 유사하지만 주간부에 반영구적인 주지(cordon)를 만들지 않고, 주간부에서 생성되는 신초를 차년도 결과지로 매년 갱신하는 주지갱신형 수형도 동일하다. 개량일자형과 주지갱신형 수형은 신초의 유인 및 성장방향이 위쪽 방향이므로 5월말에서 6월초의 개화기 이후 과실비대기와 성숙기에도 과다한 영양생장이 나타나며, 방치할 경우 과실성숙관리가 어렵다(Fig. 1). 반면 개량일자형과 유사한 형태이지만, 주간부 위 170 cm 높이에 주지를 양방향으로 수평유인하고, 신초 방향만 아래로 향한 curtain형 수형과 개량일자형을 비교하면, curtain형 수형에서 개량일자형 수형에 비해 신초의 길이, 엽면적이 줄어드는 등 지상부 생육이 억제되는 효과를 확인한 바 있다(Kim 등, 2014). 이중커튼형 수형은

curtain형 수형과 같은 형태로 160 cm 높이에 양쪽에 설치된 수평유인선까지 주간부를 높이고 교호로 한쪽 유인선에 주지를 수평 유인한 후 단초전정으로 관리하는 수형이다(Kim 등, 2014; Smart와 Robinson, 1991). 이중커튼형 수형 역시 신초 성장방향이 아래쪽이기 때문에 신초의 세력이 약해지는 수형이며, 'Cheongsoo' 품종에서의 결과(Kim 등, 2014)와 동일하게 이중커튼형 수형에서 신초의 전반적인 생육이 비교적 낮게 조사되었다. 이와 같이 본 시험에서도 이중커튼형 수형의 주간부의 굵기, 신초기부의 굵기, 절간장은 비교적 다른 수형에 비해 낮은 수치를 보여, 수형에 따른 수체생장이 상대적으로 적게 이루어졌음을 알 수 있었다.

포도나무의 수형별 과실 품질

포도 수확기의 판정은 포도주의 양조에 있어 매우 중요한 일로, 매년 변화하는 기후조건에 따른 포도과실의 성숙을 미리 예측하고 과실 품질에 따라 변화하는 포도주의 영향까지 고려하여 판단해야 한다. 포도 과실의 품질을 가장 간단하게 판단하는 방법으로는 당도와 함께 당산비를 확인하는데, 양조용 포도의 경우 35 이상을 적정수치로 판단한다(Jackson, 2014). 본 연구에서는 위 기준에 따라 적정수확기를 당산비 35 이상으로 설정하고 이를 넘어야 수확기로 판단하였다. 다만 'Cabernet Sauvignon'의 경우 2년간의 시험 중 어느 해에도 당산비 35를 넘지 않아 최종수확기의 과실을 대상으로 과실 품질과 양조적성을 확인하였다. 한편 당산비 35를 기준으로, 가당하지 않고 양조 가능한 최소 당함량

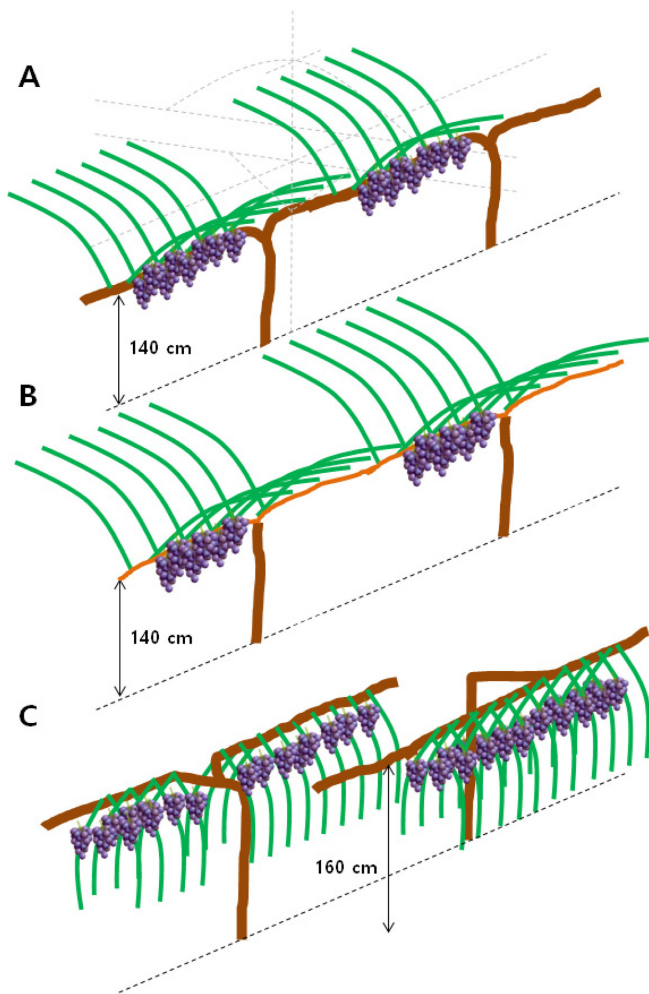


Fig. 1. Three different trellises in field trial. A. Modified-T (MT), B. Modified-T Cane pruning (MTC), C. Geneva Double Curtain (GDC).

은 약 22°Bx, 산함량은 0.63%인데, 본 시험의 수확기 과실 품질에서는 이와 같은 과실 품질은 확보할 수 없었다(Table 2). 우리나라에서 재배되는 포도 품종으로 당함량 22°Bx 이상 생산하기 위해서는 ‘Kyoho’, ‘Shine Muscat’ 품종과 같은 증생종포도를 늦게까지 충분히 성숙시켜 당함량을 높이거나, 또는 만생종인 ‘Muscat Bailey A’ 품종을 충분히 완숙시켜야 가능하다. 이들 포도는 양조를 위한 목적으로 개발된 품종이 아닌 우리나라와 유사한 기후에서도 높은 당함량을 가지도록 개량된 생식용 포도로, 양조적성이 검증된 유럽종 포도의 경우 본시험에서의 결과와 같이 우리나라의 기후에서는 제 특성을 나타내도록 성숙시키기 어렵다.

과실 품질에 대한 조사결과 재배년도, 품종에 따른 차이는 분명히 존재한 반면, 수형에 대한 차이는 유의하지 않았는데(Table 2), 이는 주지가 2개로 구성되어 수확량이 1.5 내지 2배로 증가한 이중커튼형 수형에서는 매우 의미 있는 결과였다. 이는 동일한 재배관리가 이루어진 포장에서 주당 수확량이 증가하더라도 수형특성에 의해 수체생장이 줄어든 만큼 과실 품질에는 차이가 없는 결과로 받아들일 수 있기 때문이다. 이중커튼형 수형을 사용한 여러 품종에서도 본 시험과 같은 결과가 보고되고 있는데, 실제 ‘Viognier’ 품종을 대상으로 VSP 수형과 이중커튼형 수형을 비교한 결과(Zoecklein 등, 2008)와 ‘Frontenac’ 품종(Bavoujian 등, 2013)을 대상으로 한 결과에서도 본 시험의 결과와 동일하게 이

중커튼형 수형의 경우 수확량이 다른 수형에 비해 2배 가량 높았고, 과실의 품질은 동일하게 보고되었다. 반면 동일한 착과량을 가지고 신초를 아랫방향으로 유인하면 과실 성숙이 빨라지는 결과를 나타내었는데(Intrieri와 Poni, 1995), 그 이유는 신초를 하수시켰을 때(curtain형) 수직으로 유인한(VSP) 수형보다 과실부위의 수광량이 더 많기 때문으로 알려져 있다. 따라서 위의 사례들로 보았을 때, 본시험의 이중커튼형 수형에서 착과량이 1.5 내지 2배 증가되어도 다른 수직 유인 수형인 개량일자형, 주지갱신형 수형과 최종수확기 과실 품질에 있어서 차이가 없는 결과는 충분히 개연성 있는 결과로 이해할 수 있다.

포도나무의 수형별 양조적성

2019년 각 수형별로 적숙기에 수확한 포도를 대상으로 표준양조방법(Chang 등 2008)에 의해 양조한 뒤 포도주의 양조적성을 비교한 결과 포도주의 anthocyanin 함량과 색도에서 수형별 차이가 나타났다(Table 3). 포도주의 총 anthocyanin 함량은 품종에 따라 다르게 나타나, ‘Narsha’ 품종에서 이중커튼형 수형에서 217 mg/L로 가장 높았고, ‘Merlot’ 품종에서 81 mg/L로 가장 낮았다. 하지만 각 품종 내에서는 품종에 관계 없이 각각 이중커튼형 수형이 다른 수형에 비해 약 1.5배 가량 높은 수치를 나타내었다.

수확기 때의 과실 품질(Table 2)중 과피색 색차계값은 통계적으로 유의한 차이가 없었지만 실제 포도주 색깔은 수형별 차이를 나타내었다. 색차계로 측정된 Hunter L*, a*, b* 값은 과피 표면에 빛을 조사하여 반사되는 반사광을 측정하는 방식으로 온도, 측정위치, 측정각도에 따라 측정오차가 많이 발생한다. 따라서 이러한 측정오차를 줄이기 위해 Hunter L*, a*, b* 3가지 값을 각각 비교하기보다 하나의 지표로 비교하기 위해 CIRG값을 이용하기도 한다(Choi 등, 2014). 반면 포도주의 적색도는 anthocyanin 고유의 흡광 파장인 520 nm에서의 흡광도를 이용하여 착색정도를 수치적으로 표현한다. 따라서 포도 품종 고유의 anthocyanin의 종류에 따라 실제 색차계로 측정하는 과피색 착색정도와 총 anthocyanin 함량은 다르게 나타날 수 있다. 가령 청색 anthocyanin인 malvidin 계열 anthocyanin 비율이 높은 품종과 cyanidin 계열 anthocyanin 비율이 높지만 양이 많아 외관상 비슷한 과피색을 가질 경우 색차계값은 유사하게 나올 수 있지만, 물질로 비교하는 색도, 총 anthocyanin 함량은 차이를 나타낼 수 있다. 비록 본 시험에서는 anthocyanin 종류별 함량까지는 확인하지 못하였지만 포도주 품종 별 anthocyanin 조성의 차이는 널리 알려져 있다(He 등, 2010; Falginella 등, 2010). 과립이 큰 품종은 동일한 중량으로 포도주를 양조하였을 때 체적에 비해 표면적이 작으므로 과립이 소립인 품종에 비해 과피의 비중이 작아 과피에 존재하는 안토시아닌 색소가 상대적으로 적고 포도주의 색이 옅다. 따라서 같은 수확량이라면 양조용 품종의 경우 과립이 작은 소립종이 상대적으로 포도주의 품질향상에 유리하다. 다만 ‘Narsha’ 품종의 경우 머루와의 교잡종으로서 특이적으로 과피색이 짙은 포도이므로 3.5g 내외의 과립중을 가지고도 1 내지 2g 내외의 양조용 유럽종 포도 ‘Cabernet Sauvignon’, ‘Merlot’ 품종보다 더 진한 색도 및 anthocyanin 함량을 나타내었다.

휘발산은 포도주 양조 과정중의 이취정도를 나타내는 것으로 수확기가 지났을 때 또는 포도와실의 상처, 오염상태에 따라 높은 수치를 나타낸다(Chang 등, 2008). 하지만 본시험에서는 가장 늦게 수확된 ‘Narsha’ 품종에서 이중커튼형 수형이 다른 수형 대비 가장 낮은 수치를 나타내었지만, 다른 품종, 수형에서는 각각 통계적 의미를 찾을 수 없었다.

외국의 양조용 포도재배의 경우 변색기에 포도과실 주위의 잎

Table 2. Fruit characters of wine grape cultivated in three different trellis (2018-2019)

Year	Cultivar (Harvest)	Trellis ¹⁾	Total soluble solid (°Bx)	Titratable acidity (%)	Berry length (mm)	Berry weight (g)	Hunter L*, a*, b*		
							L*	a*	b*
2018	Doonuri (Aug.16)	GDC	18.8±0.3 ²⁾	0.50±0.01 ^a	17.1±0.5 ^a	3.2±0.2 ²⁾	26.2±0.4 ^b	2.16±0.41 ^a	-2.59±0.17 ^a
		MT	18.4±0.9 ^{ab}	0.47±0.05 ^{ab}	17.7±0.4 ^a	3.7±0.3 ³⁾	28.4±1.0 ^a	1.66±0.54 ^a	-1.64±0.22 ^a
		MTC	17.2±0.2 ^b	0.40±0.01 ^b	17.8±0.9 ^a	3.8±0.5 ^a	28.5±0.6 ^a	1.50±0.71 ^a	-1.67±0.07 ^a
	Narsha (Sep.16)	GDC	17.1±0.7 ^a	0.93±0.05 ^a	14.6±0.2 ^a	2.7±0.7 ^a	27.2±4.0 ^a	-0.32±0.78 ^a	-1.89±0.84 ^a
		MT	16.9±0.6 ^a	0.83±0.11 ^a	15.1±0.8 ^a	2.5±0.4 ^a	27.5±3.5 ^a	-0.98±0.87 ^a	-1.51±0.39 ^a
		MTC	17.5±0.6 ^a	0.97±0.05 ^a	14.9±0.3 ^a	2.4±0.1 ^a	23.8±0.7 ^a	0.04±0.24 ^a	-2.63±0.39 ^a
	Cabernet Sauvignon (Sep.6)	GDC	15.7±0.5 ^a	0.83±0.05 ^a	12.4±0.3 ^a	1.4±0.1 ^a	19.5±1.6 ^a	4.87±0.86 ^a	-1.28±0.77 ^a
		MT	14.9±1.8 ^a	0.90±0.10 ^a	13.1±0.2 ^a	1.6±0.1 ^a	20.3±0.1 ^a	4.51±0.71 ^a	-2.07±0.18 ^a
		MTC	16.7±0.1 ^a	0.76±0.05 ^a	13.3±0.2 ^a	1.5±0.2 ^a	16.0±1.8 ^b	4.26±1.01 ^a	-2.34±0.49 ^a
	Merlot (Sep.6)	GDC	17.0±1.6 ^a	0.83±0.15 ^a	14.3±0.3 ^a	1.9±0.1 ^a	20.1±1.5 ^a	2.15±0.78 ^a	-2.49±0.14 ^a
		MT	17.2±2.2 ^a	0.90±0.12 ^a	13.5±0.8 ^a	1.9±0.3 ^a	20.5±1.7 ^a	1.70±0.86 ^a	-2.29±0.46 ^a
		MTC	16.8±2.0 ^a	0.77±0.06 ^a	13.9±0.9 ^a	2.2±0.3 ^a	21.5±1.8 ^a	1.74±0.49 ^a	-2.25±0.24 ^a
2019	Doonuri (Aug.21)	GDC	16.6±0.3 ^a	0.27±0.01 ^b	18.9±0.7 ^a	4.3±0.4 ^a	28.3±2.4 ^a	5.89±1.55 ^a	1.36±2.20 ^a
		MT	15.6±0.4 ^b	0.33±0.01 ^a	19.4±0.5 ^a	4.7±0.3 ^a	26.3±0.5 ^a	3.61±0.31 ^b	-0.50±0.39 ^a
		MTC	14.6±0.4 ^c	0.32±0.02 ^a	19.3±0.4 ^a	4.5±0.4 ^a	26.6±0.4 ^a	3.64±0.62 ^b	-0.28±0.25 ^a
	Narsha (Oct.10)	GDC	17.6±0.3 ^a	0.53±0.01 ^a	17.3±0.6 ^b	3.5±0.3 ^b	26.7±2.0 ^a	4.35±1.13 ^a	-0.48±0.38 ^a
		MT	16.6±0.4 ^b	0.49±0.01 ^b	17.7±0.8 ^{ab}	3.7±0.4 ^b	26.3±1.3 ^a	4.12±1.62 ^a	-0.13±0.79 ^a
		MTC	16.5±0.4 ^b	0.53±0.01 ^a	18.5±0.3 ^a	4.4±0.2 ^a	27.8±1.2 ^a	4.74±0.50 ^a	-0.91±0.98 ^a
	Cabernet Sauvignon (Sep.16)	GDC	19.4±0.6 ^a	0.71±0.03 ^a	13.5±0.2 ^a	1.7±0.1 ^a	28.0±0.5 ^a	3.57±0.23 ^a	-1.52±0.12 ^a
		MT	19.0±0.4 ^{ab}	0.76±0.04 ^a	13.7±0.5 ^a	1.6±0.1 ^a	29.1±2.8 ^a	3.86±0.62 ^a	-1.67±1.16 ^a
		MTC	18.7±0.2 ^b	0.64±0.01 ^b	13.3±0.4 ^a	1.6±0.1 ^a	27.9±0.9 ^a	3.61±0.26 ^a	-1.59±0.09 ^a
	Merlot (Sep.16)	GDC	18.8±0.2 ^a	0.44±0.01 ^b	14.3±0.3 ^a	2.0±0.2 ^a	26.9±1.6 ^a	3.84±0.93 ^a	-1.03±1.06 ^a
		MT	19.1±0.4 ^a	0.49±0.02 ^a	13.5±0.4 ^a	1.7±0.1 ^a	28.5±3.1 ^a	4.01±0.71 ^a	-1.42±1.28 ^a
		MTC	18.9±0.1 ^a	0.42±0.02 ^b	13.9±0.8 ^a	2.0±0.3 ^a	26.5±3.9 ^a	4.31±1.22 ^a	-0.66±1.67 ^a

¹⁾GDC (Geneva Double Curtain), MT (Modified-T spur pruning), MTC (Modified-T cane pruning)

²⁾Different letters in the same cultivar indicate significant differences ($p<0.05$) by Tukey's HSD.

Table 3. Wine characters of wine grape cultivated in different trellises (2019)

Cultivar	Trellis ¹⁾	Total polyphenols (mg·L ⁻¹)	Total anthocyanin (mg·L ⁻¹)	Red color (520 nm)	Volatile acid (mg·L ⁻¹)
Doonuri	GDC	558±3.1 ^{a2)}	131±2.1 ^a	0.88±0.003 ^a	12.1±0.2 ^a
	MT	515±1.6 ^b	71±1.8 ^c	0.59±0.006 ^c	10.4±0.1 ^b
	MTC	546±3.9 ^a	80±2.8 ^b	0.64±0.004 ^b	10.8±0.3 ^b
Narsha	GDC	662±3.1 ^a	217±2.5 ^a	0.74±0.007 ^a	9.3±0.9 ^b
	MT	530±3.6 ^b	136±2.7 ^c	0.36±0.005 ^c	10.6±0.9 ^a
	MTC	538±2.4 ^b	148±1.2 ^b	0.57±0.006 ^b	10.8±0.6 ^a
Cabernet Sauvignon	GDC	1202±7.7 ^c	174±2.7 ^a	1.39±0.003 ^a	10.4±0.6 ^c
	MT	1230±7.3 ^b	122±1.8 ^b	0.90±0.001 ^b	11.2±0.1 ^b
	MTC	1261±14.1 ^a	91±5.8 ^c	0.76±0.005 ^c	13.0±0.4 ^a
Merlot	GDC	826±1.2 ^a	81±1.2 ^a	0.73±0.004 ^a	11.6±0.6 ^c
	MT	712±4.0 ^b	42±2.7 ^b	0.42±0.001 ^b	10.7±0.1 ^b
	MTC	813±1.6 ^a	44±0.6 ^b	0.42±0.002 ^b	10.5±0.3 ^b

¹⁾GDC (Geneva Double Curtain), MT (Modified-T spur pruning), MTC (Modified-T cane pruning)

²⁾Different letters in the same cultivar indicate significant differences ($p<0.05$) by Tukey's HSD.

을 따서 수광량을 높여 착색을 비롯한 과실 품질을 향상시키는 재배방법이 많이 사용되는데, 이때 포도의 향기성분도 같이 증가하며, 이는 포도주의 향기와도 직접적인 연관관계를 가진다. Reisling 품종에서 적엽작업에 의해 C13 norisoprenoid의 함량이 높아짐을 보고하였고(Meyers 등, 2013), Traminette 품종에서는 반

대로 과실에 차광처리를 하였을 경우 약 30% 정도 휘발성 terpene의 함량이 감소함을 보고하였다(Skinkis 등, 2010). 본시험과 동일한 품종인 Cabernet Sauvignon의 경우에도 과실이 광에 노출될수록 β-damascenone, TDN (1,1,6-trimethyl-1,2-dihydronaphthalene), vitispirane과 같은 향기성분의 함량이 증가함을 보고 하였다(Lee

등, 2007). 본시험에서 적용한 GDC 수형은 과실의 착과 위치가 다른 수형보다 상단에 위치한 특성에 의해 과실의 수광량이 상대적으로 좋으며, 와인에서의 anthocyanin의 함량, 적색도가 다른 수형에서 시험된 동일 품종의 와인보다 높은 수치를 나타내었다 (Table 5). 앞서 MBA 품종으로 과실크기를 각각 조절하여 양조된 포도주의 관능검사의 경우 향기와 색이 각각 상관관계가 있음이 보고되어(Jung 등, 2010), 본 연구에서 향기성분에 대한 분석은 이루어지지 않았지만, 수형의 특성으로 인해 증가된 과실부위의 수광량으로 포도주 색과 함께 방향성 물질에 대한 함량도 증가하였을 것으로 판단할 수 있었다.

양조용 유럽종 포도품종은 우리나라의 기후에서는 여름철 고온다습으로 인한 병해, 장마기의 일조 부족으로 가을철이 되더라도 충분히 성숙하기 어렵다. 이 경우 무가당 양조를 위해서는 목표 당함량 22°Bx를 맞추기 위해 무리하게 늦게 수확할 수밖에 없고, 늦은 수확으로 인한 저장양분의 부족으로 겨울철 동해피해를 입기 쉽다. 본 연구에서도 당함량 22°Bx 이상으로 완전히 성숙한 포도로 양조할 수는 없었지만, 수형에 따라서 포도주의 색깔 차이를 나타내었고, 상대적으로 과실의 수광태세가 좋은 이중커튼형에서 유의하게 높은 적색도의 차이를 나타내었다. 따라서 생식용 포도 생산을 위해 이용하는 개량일자형, 주지갱신형과 달리 착과량이 많아도 포도나무의 영양생장을 억제한 만큼 과실 품질의 저하가 적은 양조전용 이중커튼형 수형은 우리나라 기후와 재배환경에 충분히 적용 가능하며, 양조용 생산을 전제로 한 적용이 가능할 것으로 판단된다.

요 약

양조용 포도인 ‘Doonuri’, ‘Narsha’, ‘Cabernet Sauvignon’, ‘Merlot’ 품종에 개량일자형(MT), 주지갱신형(MTC), 이중커튼형(GDC) 수형을 적용하여 재배할 때 수체생장, 과실 품질, 와인특성의 변화를 2년(2018, 2019년)간 비교하였다. 이중커튼형(GDC) 수형으로 재배된 양조용 품종들은 수체생장(주간부 굵기, 신초 굵기, 절간장)의 대부분 조사항목이 개량일자형(MT), 주지갱신형(MTC)에 비해 유의하게 적게 이루어졌다. 이중커튼형(GDC) 수형은 수확량이 다른 수형에 비해 1.5 내지 2배로 증가하였지만, 과실 품질(당함량, 산함량, 과립크기)에는 차이가 없는 결과를 나타내었다. 와인의 anthocyanin 함량과 적색도는 모든 적색 양조용 포도 품종에서 이중커튼(GDC) 수형 처리구에서 높은 경향이였다.

감사의 글

이 논문은 2019년 농촌진흥청 연구개발비로 수행된 연구임 (PJ013481012019).

References

Bavougiannos CM, Read PE, Schlegel VL, Hanford KJ. Canopy light effects in multiple training systems on yield, soluble solids, acidity, phenol and flavonoid concentration of ‘Frontenac’ grapes.

- HortTechnology 23: 86-92 (2013)
- Chang EH, Jeong ST, Park KS, Yun HK, Roh JH, Jang HI, Choi JU. Characteristics of domestic and imported red wines. Korean J. Food Preserv. 15: 203-208 (2008)
- Falginella L, Castellarin SD, Testolin R, Gambetta GA, Morgante M, Gaspero GD. Expansion and subfunctionalisation of flavonoid 3'5'-hydroxylases in the grapevine lineage. BMC Genomics 11: 562 (2010)
- He F, Mu L, Yan GL, Liang NN, Pan QH, Wang J, Reeves MJ, Duan CQ. Biosynthesis of anthocyanins and their regulation in colored grapes. Molecules 15: 9057-9091 (2010)
- Intrietti C, Poni S. Integrated evolution of trellis training systems and machines to improve grape quality and vintage quality of mechanized Italian vineyards. Am. J. Enol. Vitic. 46: 116-127 (1995)
- Jackson R. Wine Science. Academic Press. USA (2014)
- Jung SM, Chang EH, Kim JG, Park SJ, Nam JC, Roh JH, Hur YY, Park KS. Nutrient distribution and requirements of ‘Jinok’, ‘Hongisul’ grapevine bred in Korea. J. Bio-Environ. Cont. 21: 327-335 (2012)
- Jung SM, Chang EH, Park SJ, Jeong ST, Roh JH, Hur YY, Lee HC. Berry thinning effects on the fruit and wine quality of grape ‘Muscat Bailey A’. Kor. J. Food Preserv. 17: 625-630 (2010)
- Jung SM, Park KS, Roh JH, Lee SC, Park JM, Hur YY, Cho MA, Nam JC. Top-fruit production manual grape. Rural Development Administration. Korea (2012)
- Kim SJ, Park SJ, Hur YY, Nam JC, Ko SW, Jung SM. Fruit quality and occurrence of brown leaf spot disease (*Pseudocercospora vitis*) according to the width of plastic shelter in the grape ‘Campbell Early’. Protected Hort. Plant Fac. 24: 113-118 (2015)
- Kim SJ, Park SJ, Jung SM, Noh JH, Hur YY, Nam JC, Park KS. Growth and fruit characteristics of ‘Cheongsoo’ grape in different trellis systems. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 32: 427-433 (2014)
- Lee SH, Seo MJ, Riu M, Cotta JP, Block DE, Dokoozlian NK, Ebeler SE. Vine microclimate and norisoprenoid concentration in Cabernet Sauvignon grapes and wines. Am. J. Enol. Vitic. 58: 291-301 (2007)
- Mazza G, Fukumoto L, Delaquis P, Girard B, Ewert B. Anthocyanins, phenolics, and color of Cabernet Franc, Merlot, and Pinot Noir wines from British Columbia. J. Agric. Food Chem. 47: 4009-4017 (1999)
- Mayer JM, Sacks GL, Vanden Heuvel JE. Glycosylated aroma compound responses in ‘Riesling’ wine grapes to cluster exposure and vine yield. HortTechnology 23: 581-588 (2013)
- Noh JH, Park KS, Yun HK, Hur YY. New grape cultivar ‘Narsha’: a high aroma wine grape. J. Am. Pomol. Soc. 66: 164-166 (2012)
- Park SJ, Cho EK, Kim SJ, Hur YY, Nam JC, Park JK, Hwang HS, Jung SM. Comparison of labour and growth characters of grape cv. ‘Campbell Early’ between wakerman and modified-T trellis training systems. Protected Hort. Plant Fac. 25: 206-211 (2016)
- Skinkis PA, Bordelon BP, Butz EM. Effects of sunlight exposure on berry and wine monoterpenes and sensory characteristics of Traminette. Am. J. Enol. Vitic. 61: 147-156 (2010)
- Smart RE. Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for yield and quality: A review. Am. J. Enol. Vitic. 36: 230-239 (1985)
- Yun HK, Noh JH, Park KS, Kim SH. Developing the new black table grape cultivar ‘Doonuri’. J. Am. Pomol. Soc. 65: 173-175 (2011)
- Zoecklein BW, Wolf TK, Pelanne L, Miller MK, Birkenmaier SS. Effect of Vertical Shoot -Positioned, Smart-Dyson, and Geneva Double-Curtain training systems on Viognier grape and wine composition. Am. J. Enol. Vitic. 59: 11-21 (2008)