

멀칭 자재가 하이부쉬블루베리 생육 및 과실 특성에 미치는 영향*

김수진** · 이동훈*** · 허윤영*** · 임동준*** · 박서준*** · 정성민**** · 정경호*****

Growth and Fruit Characteristics of Highbush Blueberry by Mulching Materials

Kim, Su-Jin · Lee, Dong-Hoon · Hur, Youn-Young · Im, Dong-Jun ·
Park, Seo-Jun · Jung, Sung-Min · Chung, Kyeong-Ho

Highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum*), 'Duke', 'Bluecrop', and 'Elliott', were applied with ground cover mulch systems to evaluate bush growth and fruit characteristics. Soil temperature variation was lower in the woodchip mulching plot. Therefore, CEC, soil pH, phosphate, mineral ions were not significantly different among mulching materials. The number of main stem was higher in woodchip > sawdust > rice husk > plastic film mulching plot, respectively. Total shoot number was also higher in organic mulching plots than in plastic film plot. However, total shoot number was not significantly different among the organic mulching plots. Fruit weight was the highest in the woodchip mulching plot of all blueberry cultivars, however, soluble sugar content, organic acidity, fruit firmness were not significantly different in mulching materials. Yield was higher in organic mulching plots than in plastic film plot in all blueberry cultivars. Especially, yield per shrub of woodchip plots was the highest about 3.6 kg in 'Duke', 2.7 kg in 'Bluecrop', and 2.6 kg in 'Elliott'. Furthermore, correlation of main stem number and yield was highly significant ($r^2 = 0.8413$). Therefore, woodchip mulching is expected to be an eco-friendly method to increase the number of stems and the yield of blueberries.

Key words : *growth, fruit, blueberry, mulching, yield*

* 본 논문은 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ01127301)의 지원에 의해 이루어진 것임.

** Corresponding author, 국립원예특작과학원 과수과 전문연구원(himssem@korea.kr)

*** 국립원예특작과학원 과수과 농업연구사

**** 국립원예특작과학원 기획조정과 농업연구사

***** 농촌진흥청 연구정책국 농업연구관

I. 서 론

국내 재배종인 블루베리(*Vaccinium* spp.)는 대표적인 관목성 과수로 페놀화합물인 안토시아닌, 플라보노이드 등 생리활성물질을 다량 함유하고 있어(Määttä-Rihinen et al., 2005; Kylli et al., 2011; Shin et al., 2014) 강한 항산화 작용을 하며 항암, 항당뇨, 항균, 항염 등에도 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Battino et al., 2009). 또한 이용성과 가공성이 뛰어나 국내 재배도 꾸준히 증가하여 2018년 기준 3,576.5 ha (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2018)를 차지하는 과종이다.

블루베리는 세근의 부재와 친근적 특성을 가진 근계 때문에 생장과 과실 생산에 미치는 토양수분의 영향이 매우 크고(Gough, 1980; Freeman, 1983; Garren, 1988; Haman et al., 1988; Holzapfel et al., 2004), 재배 시 정상적인 생육을 위해서는 나무 주변의 잡초 발생을 억제하고 토양 수분을 적정 수준으로 유지하는 것이 중요하다. 잡초 발생을 방지하기 위해 일반적으로 사용하는 부직포나 제초 매트로 나무의 기부 전체 토양 표면을 덮어 주는 방법은 관목인 블루베리에 적합하지 않다. 블루베리 줄기 수는 과실 생산량과 높은 상관관계를 가지고 있기 때문에(Pritts and Hancock, 1985), 블루베리의 기부 근처에서 발생한 흙지를 잘 관리해서 충실한 결실지로 만드는 것이 안정적인 생산량을 확보하는 데 중요하므로 기부 근처에는 제초 매트나 부직포를 씌우지 않아야 한다. 따라서 여러 가지 유기물 멀칭 재료 등이 블루베리 재배에 사용되고 있다. 또한 2019년부터 전면적으로 시행된 Positive List System (PLS) 제도 측면에서 보면 현재 블루베리에 등록된 제초제가 없는 실정이며 국내 블루베리 재배 형태를 살펴보면 친환경 재배에 많은 부분을 차지하고 있어 유기물 멀칭 재료에 대한 요구와 선호도가 높다.

최근 과수 재배 시 유기농 재배가 여러 작목에서 시도되고 있으며 사과과원에서 퇴비, 나무껍질 등의 멀칭은 잡초 발생을 억제하고 멀칭 자재의 유기물 성분은 수체에 양분을 공급해줌으로 관행적으로 재배된 사과나무에 근사한 수체 생장이 관찰된 바 있다(Choi, 2009). 본 실험에 이용된 우드칩, 왕겨, 톱밥 등은 블루베리 재배 시 많이 이용하는 재료로 우드칩의 경우 가격이 높아 상대적으로 왕겨와 톱밥 이용 농가가 많다. 왕겨나 톱밥은 쉽게 구할 수 있으나 잡초 억제 효과가 낮으며 왕겨의 경우 조류 출현 빈도를 높인다는 단점이 있다.

따라서 국내 하이부쉬블루베리의 대표 품종을 대상으로 여러 가지 유기물 멀칭 재료에 따라 토양 환경, 수체 생육, 과실 특성 및 잡초 방제 등에 어떠한 효과를 보이는지 알아보고자 실험을 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험 재료 및 처리 내용

농촌진흥청 원예특작과학원 완주 과수 포장에서 2015년에 재식된 2년생 블루베리 대표 품종인 조생종 ‘Duke’, 중생종 ‘Bluecrop’, 만생종 ‘Elliott’ 3 품종을 대상으로 2016~2018년 조사하였다. 열간 거리는 작업 상 편의를 위해 4 m로 나무 간격은 1.5 m 간격으로 설정하였다. 배수를 원활히 하기 위해 높이 60 cm, 너비 1.2 m의 이랑을 만들어 블루베리 나무를 식재하였다. 이랑의 토양 조성은 완전히 부숙된 피트모스, 톱밥, 왕겨를 토양의 30% 정도 섞어 균일하게 조성하였다. 정상적인 생육을 위해 시비량은 미시간 주립대학에서 제공하는 시비량을 바탕으로 매년 4월에 2회로 분할하여 전량 기비하였다(Hanson and Hancock, 1996). 재식 1, 2년차인 2015, 2016년에는 꽃눈을 휴면기에 제거하여 수체 생육을 도모하였다. 점적관수장치를 수체 지체부 양쪽으로 2줄 설치하여 관수하였다.

멀칭 재료는 유기물 재료로 톱밥, 우드칩, 왕겨를 대조구로 부직포를 사용하였다(Table 1). 매년 유기물 멀칭 재료의 경우 휴면기에 약 10 cm 두께로 덮어 주었으며 부직포의 경우에는 기부 중심 약 30 cm 정도를 비우고 덮어주었다.

Table 1. Compositions of mulching materials

Mulching material	Carbon (%)	Nitrogen (%)	C/N ratio	NH ₄ ⁺ -N (mg/kg)	NO ₃ ⁻ -N (mg/kg)
Woodchip	47.7	0.07	681.4	n.a. ¹⁾	n.a.
Rice husk	38.2	0.61	62.6	n.a.	n.a.
Sawdust	46.7	0.65	71.8	n.a.	n.a.

¹⁾ n.a.: Not available

2. 토양 화학성, 물리성 및 온습도 환경

토양 화학성 분석을 위한 샘플링은 매해 생육이 정지되는 9월 말에 실시하였으며 토양 pH, 유기물함량, Av. P₂O₅, 치환성 양이온 등은 농촌진흥청 토양화학분석법(RDA, 2000)에 준하여, pH는 초자전극법, 유효인산은 Lancaster법, 유기물함량은 Tyurin법, 양이온은 유도 결합플라즈마(Integrt, GBC, Australia)를 이용하여 분석하였다.

토양의 용적밀도, 토양 삼상, 공극률 등은 실험 처리 하부 토양을 같은 시기에 4인치 코어로 채취하여 농촌진흥청(2000)의 토양 및 식물체 분석법으로 분석하였다.

토양 온습도 측정을 위해 생육기 동안 전자식 soil moisture transducer (Spectrum Inc., IL,

USA)를 장착한 토양수분장력기(SR 1200 tensiometer, Irrrometer company Inc., CA, USA)에 온수분센서(WaterScout SMEC 300 Soil, Spectrum Inc., IL, USA)를 토양 깊이 30 cm 근처에 설치하였으며 데이터로거(Mini station, Watchdog, Spectrum Inc., USA)를 이용하여 3월부터 10월까지 1시간 간격으로 온습도를 측정하여 자료를 축적하였다.

3. 수체 생육

수체 생육이 정지된 후 생육 조사를 실시하였다. 수고는 줄기 지체부에서 선단지의 길이를 수폭은 주간을 중심으로 최대 폭을 측정하였다. 줄기 수는 지체부 위에 발생한 줄기 수를 측정하였으며 총 신초 수는 수관 전체에서 발생한 신초를 모두 측정하였다. 수고, 수폭, 줄기 수, 총 신초 수, 흡지 수, 흡지 길이, 흡지 굵기와 실제 착과에 적당한 가지 길이인 20 cm 이상 신초 수와 굵기를 조사하였다.

4. 과실 특성

과실의 특성 조사는 과경이 붉게 착색된 적숙기인 6월 초~중순에 1차 수확한 과실을 대상으로 중량, 과실의 길이, 과실의 너비, 가용성고형물 함량, 산도, 경도 등을 조사하였다. 각 품종별 무작위로 추출한 과실 30개를 대상으로 과실의 길이, 너비, 과립중을 조사하였다. 가용성고형물(total soluble solids, TSS) 함량은 무작위로 10개의 과립을 선택하여 거즈 2겹을 이용하여 착즙한 20°C로 자동 보정되는 digital refractometer (RA-520N, Kyoto Electronic, Japan)를 사용하여 측정하였다. 적정산도(titratable acidity, TA)는 동일한 과즙을 자동산도분석계(Titroline easy, Schott, Germany)를 이용하여 측정한 후 블루베리 주요 산인 citric acid 함량으로 환산하여 표기하였다. 가용성고형물 함량과 산 함량은 총 4반복으로 측정하였다. 과실 경도는 1 mm 직경의 probe를 장착한 물성측정기(LF Plus, Lloyd Instrument Ltd., West Sussex, UK)를 이용하여 측정하였다.

수확량은 2017~2018년에 주당 수확량으로 처리당 5나무씩 조사하였다.

5. 잡초 발생량

잡초 발생량은 생육기가 시작되는 4월부터 9월까지 처리별로 매월 27일에 잡초를 뿌리째 수확하여 생체중을 달아 조사하였다.

6. 통계분석

모든 실험구는 완전임의배치법 5반복으로 하였고 실험 결과의 통계 처리는 SAS 프로그램

램(SAS Institute, Cary, NC, USA)을 사용하여 분산분석(ANOVA)을 하였고, 처리 간 유의차 검증은 Duncan's multiple range test를 사용하여 0.05% 수준에서 검증하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 토양 화학성 및 온습도 환경

토양 산도는 5.1~5.5로 모든 처리구에서 블루베리 생육에 적정한 범위에 있는 것으로 조사되었다(Table 3). 실험 전 토양 산도는 5.0 (Table 2)으로 블루베리 생육에 적정하였으며 유기물 멀칭 처리 후 산도가 약간 올라가는 경향을 보였으나 현재까지 적정선을 유지하였다. CEC, 인산, 치환성 양이온 농도 또한 처리구에 따른 차이가 나타나지는 않았다. 유기물 함량은 부직포 < 우드칩 < 왕겨 < 톱밥 순으로 많은 것으로 조사되었으며 시간이 경과하면서 멀칭된 유기물 자재의 분해로 인해 유기물 함량이 다소 높아진 것으로 판단되었으나 유의한 차이를 보이지는 않았다.

Table 2. Soil chemical properties before experiment

Content	pH (1:5)	Organic matter (g/kg)	CEC (cmol/kg)	Available P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex.Ca	Ex.Mg	Ex.K
					(cmol/kg)		
Soil	5.0	0.5	3.6	158.6	2.4	0.7	0.3

Table 3. Selected chemical properties of soils by mulching materials in 2018

Mulching material	pH (1:5)	Organic matter (g/kg)	CEC (cmol/kg)	Available P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex.Ca	Ex.Mg	Ex.K
					(cmol/kg)		
Plastic film	5.4	1.7	10.3	146.8	0.5	4.5	1.3
Woodchip	5.5	2.0	10.4	90.7	0.6	5.5	2.2
Rice husk	5.1	2.7	11.3	112.4	0.5	5.0	2.4
Sawdust	5.5	3.4	11.6	105.5	0.7	5.8	1.8

토양 삼상과 토양 공극률, 밀도를 조사한 결과 토양 밀도는 우드칩이 1.0으로 가장 낮았으며 왕겨, 우드칩과 톱밥 순이었다(Table 4). 따라서 토양 삼상도 우드칩의 경우 고상 39.6%로 가장 낮았으며 왕겨가 50.9, 톱밥과 부직포가 56~57%로 높았다. 토양 공극률은 우드칩이 60.4%로 가장 높았으며 그 다음을 왕겨 49.1%, 톱밥과 부직포가 비슷하게 낮았다.

따라서 토양의 물리적 성질은 우드칩이 가장 좋아 흡지 발생에 좋은 환경이 될 것이라 추정할 수 있었고 이에 따라 천근성인 블루베리 생육에 가장 적합할 것으로 판단되었다.

Table 4. Soil apparent density, porosity and soil phase by mulching materials in 2018

Mulching material	Apparent density (Mg m ⁻³)	Porosity (%)	Soil phase (%)		
			Solid	Gas	Liquid
Plastic film	1.5 ^{a1)}	43.9 ^c	56.1 ^a	33.7 ^c	10.1 ^c
Woodchip	1.0 ^c	60.4 ^a	39.6 ^c	44.7 ^a	13.7 ^a
Rice husk	1.3 ^b	49.1 ^b	50.9 ^b	37.1 ^b	12.0 ^b
Sawdust	1.5 ^a	42.7 ^c	57.3 ^a	32.5 ^c	10.2 ^c

¹⁾ Values are mean separation within columns by Duncan's multiple range test, $p < 0.05$.

생육 기간 동안 토양의 온도와 습도의 변화는 비슷한 양상이었으나 토양의 최고온도는 우드칩과 톱밥이 33.6°C < 왕겨 35.9 < 부직포 37.1로 나타났으며 최저온도는 우드칩 11.1°C > 톱밥 9.9 > 왕겨 9.8 > 부직포 8.1로 나타났다. 따라서 온도의 변화폭은 우드칩이 가장 낮았으며 톱밥, 왕겨, 부직포 순으로 나타났다(Table 5).

토양 수분포텐셜은 모든 처리구에서 0~16.5 kPa로 나타났으며 포화 상태를 제외하고 건조했을 때 토양의 수분포텐셜은 부직포 > 왕겨 > 톱밥 > 우드칩 멀칭 처리구순으로 조사되었다(Table 5). 하이부쉬 블루베리의 적정 토양 수분포텐셜은 -10 kPa 이하이며, -20 kPa 이상에서는 수채 생육과 과실 생산이 50% 이하로 하락한다는 보고와(Haman et al., 1988; Smajstrla et al., 1988; Haman et al., 1994; Kim et al., 2011) 하이부쉬블루베리의 적정 토양수분포텐셜은 -4~-5 kPa로 관수 개시점은 -8~-15 kPa에서 이루어져야 한다는 보고에서 알 수 있듯이 모든 처리구에서 건조기에 -15 kPa로 낮아진 수분포텐셜은 관수로 충분히 조절이 가능해 모든 생육기에 적정 토양 수분포텐셜을 유지한 것으로 나타났다.

Table 5. Soil temperature and moisture during growth period by mulching materials

Mulching material	Soil temperature (°C)		Soil moisture (-kPa)	
	Max.	Min.	Max.	Min.
Plastic film	37.1	8.1	14.9	0.0
Woodchip	33.9	11.1	16.5	0.2
Rice husk	35.9	9.8	15.9	0.0
Sawdust	33.6	9.9	16.2	0.0

2. 수체 생육 특성

나무의 수고와 수폭은 멀칭 처리별로 큰 차이가 나타나지 않았다(Table 6). 예비 줄기인 흡지의 발생량은 유기물 멀칭 처리구와 부직포 멀칭 처리구간의 유의한 차이가 있었으나 유기물 멀칭 재료 간에는 차이를 보이지 않았다(Table 6).

신초의 수, 길이, 굵기에는 뚜렷한 양상이 없었으나 총 신초 수는 흡지 수와 마찬가지로 유기물 멀칭처리구와 부직포 처리구간의 유의한 차이가 있었으나 유리물 처리 간에는 차이를 보이지 않았다(Table 6).

블루베리의 줄기 수를 조사한 결과 2016년에는 품종에 따라 2~4개 정도로 나타났으나

Table 6. Growth characteristics of highbush blueberry shrubs by mulching materials

Mulching material	Shrub		Sucker			Shoot			Total No.
	Height (cm)	Width (cm)	No.	Length (cm)	Diameter (mm)	No. of shoot over 20cm	Length (cm)	Diameter (mm)	
<i>Duke</i>									
Plastic film	156.4	153.4	0.0 ^{b1)}	64.1	6.6	29.5 ^c	36.0	4.6 ^{bc}	329.5 ^b
Woodchip	153.8	134.0	2.0 ^a	47.0	6.5	78.6 ^a	33.9	4.3 ^c	519.8 ^a
Rice husk	140.8	130.0	1.3 ^a	57.4	7.6	47.3 ^{bc}	32.7	4.8 ^{ab}	411.0 ^{ab}
Sawdust	151.0	137.8	1.3 ^a	50.3	6.2	61.8 ^{ab}	32.6	4.9 ^a	433.0 ^{ab}
<i>Bluecrop</i>									
Plastic film	150.5 ^a	138.8	0.3 ^b	28.0	5.2	32.3	33.4 ^b	4.9	193.0 ^b
Woodchip	157.3 ^a	123.0	6.0 ^a	52.9	6.7	63.0	39.6 ^a	4.9	365.3 ^a
Rice husk	146.0 ^{ab}	128.0	3.3 ^{ab}	40.9	5.9	40.3	35.2 ^{ab}	4.6	346.8 ^a
Sawdust	120.8 ^b	115.8	3.3 ^{ab}	62.4	7.2	34.3	37.1 ^{ab}	4.9	379.3 ^a
<i>Elliott</i>									
Plastic film	138.0	132.8	1.0 ^b	36.3	5.0	28.0 ^b	34.2 ^b	4.9 ^{ab}	347.3 ^b
Woodchip	152.8	149.8	3.3 ^a	52.8	6.2	61.8 ^a	43.2 ^a	4.6 ^b	550.3 ^a
Rice husk	135.3	131.5	3.0 ^a	48.9	6.8	36.5 ^b	35.6 ^b	5.2 ^a	418.3 ^{ab}
Sawdust	145.8	139.8	3.0 ^a	65.9	8.2	53.5 ^a	32.7 ^b	4.6 ^b	444.8 ^{ab}
<i>Significance</i>									
Mulching	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	*
Cultivar	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

¹⁾ Values are mean separation within columns by Duncan's multiple range test, $p < 0.05$.

2018년에는 4~14개로 증가한 것으로 나타났다. 품종에 상관없이 멀칭 재료별 차이는 비슷한 양상이었다(Table 7). 시간이 지날수록 줄기 수의 증가는 우드칩 처리구에서 가장 많았으며 톱밥, 왕겨, 부직포 순으로 나타났다. 재식 4년차(2018년)에 부직포를 제외하고 유기물 멀칭 처리구에서 10개 이상의 줄기를 확보하였다. 유기물 멀칭 처리구는 토양 물리성이 부직포 처리구에 비해 높기 때문에(Table 4) 흠지 발생에 유리한 조건으로 작용하여 블루베리 줄기 수 증가에 영향을 미친 것으로 판단되었다. 블루베리의 줄기 수는 과실 생산량과 높은 상관관계가 있으며(Pritts and Hancock, 1985), 적어도 10개 이상의 줄기를 확보하는 것이 매우 중요하기 때문에(Gough, 1994) 유기물 멀칭 처리구에서 안정적인 과실 생산이 가능할 것으로 판단되었다.

Table 7. Changes of main stem number of highbush blueberry by mulching materials

Mulching material	2016	2017	2018
<i>Duke</i>			
Plastic film	2.6 ^{b1)}	4.2 ^c	4.5 ^c
Woodchip	4.0 ^a	8.8 ^a	13.8 ^a
Rice husk	2.8 ^b	5.4 ^b	8.8 ^b
Sawdust	3.0 ^b	5.5 ^b	11.1 ^a
<i>Bluecrop</i>			
Plastic film	2.0 ^c	2.3 ^c	3.8 ^c
Woodchip	3.6 ^a	8.3 ^a	14.3 ^a
Rice husk	3.0 ^b	5.0 ^b	9.8 ^b
Sawdust	2.8 ^b	5.0 ^b	11.1 ^b
<i>Elliott</i>			
Plastic film	2.2 ^c	3.5 ^c	6.3 ^c
Woodchip	4.0 ^a	7.2 ^a	13.6 ^a
Rice husk	3.0 ^b	5.5 ^b	9.8 ^b
Sawdust	3.8 ^a	6.2 ^b	10.3 ^b
<i>Significance</i>			
Mulching	*	**	**
Cultivar	NS	NS	NS

¹⁾ Values are mean separation within columns by Duncan's multiple range test, $p < 0.05$.

3. 과실 특성 및 수확량

과실 특성을 조사한 결과 품종에 상관없이 우드칩 멀칭 처리구에서 과중이 가장 높게 나타났으며 그 외 가용성고형물 함량, 산도, 경도는 멀칭 재료 간에 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 8). 수확량은 품종에 상관없이 유기물 처리구에서 높게 나타났으며 유기물 종류 중에서는 우드칩 처리구에서 가장 높게 나타났다. 주당 수확량은 Elliott 품종의 경우 2.6, Bluecrop 2.7, Duke 3.6 kg으로 10a 당 수확량(평균재식밀도 2.5 × 1.5 기준, 10a 당 266주) 기준으로 Duke 950, Bluecrop 716, Elliott 품종의 경우 690 kg으로 나타났다. 블루베리의 줄기 수와 수확량과의 상관관계를 조사한 결과(Fig. 1) r^2 값이 0.8413으로 고도로 유의한 상관관계를 보여 블루베리를 안정적으로 수확하기 위해서는 줄기 수를 확보하는 것이 필요하며 이는 유기물 멀칭으로 유도될 수 있음을 확인하였다.

Table 8. Fruit characteristics of highbush blueberry by mulching materials

Mulching material	Weight	Length	Diameter	SSC	TA	Firmness	Yield (kg/10a)	
	(g)	(mm)	(mm)	(%)	(%)	(1mm ϕ /N)	2017	2018
<i>Duke</i>								
Plastic film	2.1 ^{c1)}	11.9 ^a	16.1 ^c	10.8 ^a	0.8 ^a	0.6 ^a	399.6 ^b	381.3 ^b
Woodchip	2.7 ^a	12.5 ^a	17.8 ^a	11.5 ^a	0.7 ^a	0.6 ^a	646.4 ^a	950.0 ^a
Rice husk	2.5 ^b	11.9 ^a	16.8 ^b	11.5 ^a	0.8 ^a	0.6 ^a	715.6 ^a	665.6 ^{ab}
Sawdust	2.5 ^b	12.0 ^a	17.3 ^b	11.3 ^a	0.8 ^a	0.6 ^a	654.3 ^a	701.8 ^{ab}
<i>Bluecrop</i>								
Plastic film	2.5 ^b	12.2 ^{ab}	15.7 ^b	10.0 ^b	0.8 ^a	0.6 ^c	330.3 ^c	411.7 ^b
Woodchip	3.1 ^a	12.6 ^a	16.9 ^a	11.3 ^a	0.6 ^a	0.6 ^a	635.2 ^a	716.0 ^a
Rice husk	2.4 ^b	11.9 ^b	16.6 ^a	11.3 ^a	0.7 ^a	0.6 ^a	557.5 ^b	708.0 ^a
Sawdust	2.5 ^b	12.3 ^{ab}	16.5 ^a	11.4 ^a	0.7 ^a	0.6 ^a	621.4 ^a	670.4 ^a
<i>Elliott</i>								
Plastic film	2.4 ^c	11.2 ^a	16.2 ^b	11.1 ^c	0.6 ^a	0.5 ^b	490.9 ^b	454.5 ^b
Woodchip	2.7 ^a	11.5 ^a	17.2 ^a	12.7 ^a	0.6 ^a	0.5 ^b	782.0 ^a	689.5 ^a
Rice husk	2.6 ^{ab}	11.5 ^a	17.0 ^a	11.9 ^b	0.7 ^a	0.6 ^a	513.2 ^b	569.3 ^{ab}
Sawdust	2.5 ^b	11.3 ^a	17.0 ^a	12.7 ^a	0.6 ^a	0.6 ^a	689.8 ^{ab}	570.7 ^{ab}
<i>Significance</i>								
Mulching	**	NS	NS	NS	NS	NS	*	*
Cultivar	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

¹⁾ Values are mean separation within columns by Duncan's multiple range test, $p < 0.05$.

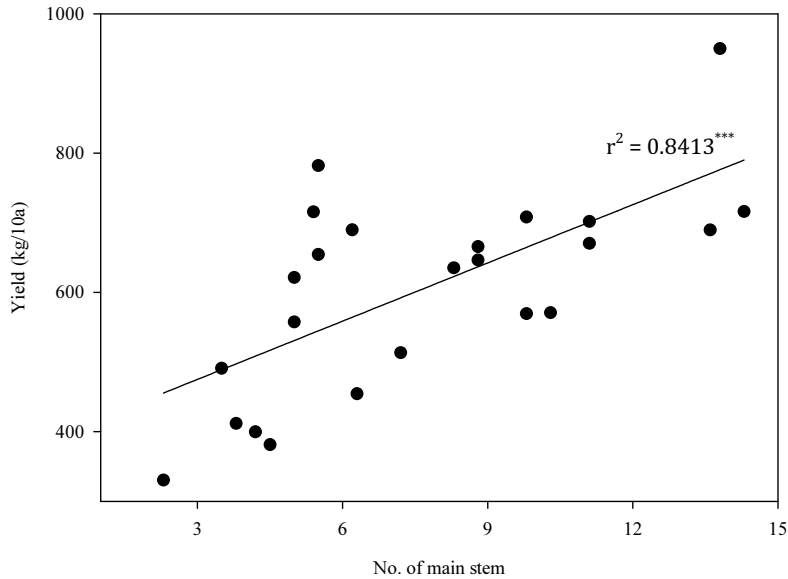


Fig. 1. Correlation of No. of main stem and yield of highbush blueberry.

4. 잡초 발생

멀칭 처리 후 잡초 발생은 7~8월에 가장 높게 나타났으며 멀칭 재료별 잡초 발생률은 상이하게 관찰되었다(Fig. 2). 멀칭 재료에 따라 왕겨 > 톱밥 > 우드칩 > 부직포 순으로 잡초 발생이 많았다. 유기물 멀칭 재료로 참나무 톱밥(Fortrin and Pierce, 1991) 및 화분과 작물(Barnes and Putnam, 1986; Steinsiek et al., 1982)을 사용할 경우 Allelopathic compounds의 작용으로 잡초 발아 및 생육 억제 효과가 있는 것으로 알려져 있으며 또 다른 연구 결과에서는 벧짚 및 왕겨 피복 등의 유기물 멀칭은 잡초 발생을 억제시킬 수 있다고 보고하였다(Nam et al., 2006; Lee et al., 2010; Lee et al., 2013). 부직포 멀칭은 7월이 8월보다 잡초 발생률이 높았지만 유기물 멀칭은 8월이 더 높은 발생률을 보였는데, 이는 왕겨와 톱밥의 경우 휴면기에 10 cm 정도 덮어주었으나 무게가 가벼워 시간이 지날수록 비바람에 의해 이랑에서 덮어준 형태 그대로 유지하지 못하고 아래로 많이 흘러내리게 되어 이랑 윗부분의 멀칭 높이가 상대적으로 낮아지게 되는데 이러한 이유로 잡초 발생이 우드칩에 비해 높은 것으로 판단되었다. 부직포의 경우 잡초 발생률은 가장 낮았으나 줄기 수가 유기물 멀칭 처리구에 비해 현저하게 낮아 장기적인 안정 생산량 확보에는 어려움이 있을 것이라 판단되었다.

경제성으로 비교해보면 우드칩을 멀칭 재료로 사용했을 때 10a 당 부직포에 비해 재료비와 수확 등 작업 비용이 더 소요되지만 생산량에서 현격하게 차이가 나 158만원/10a 정도 수익이 증가하는 효과를 나타냈다.

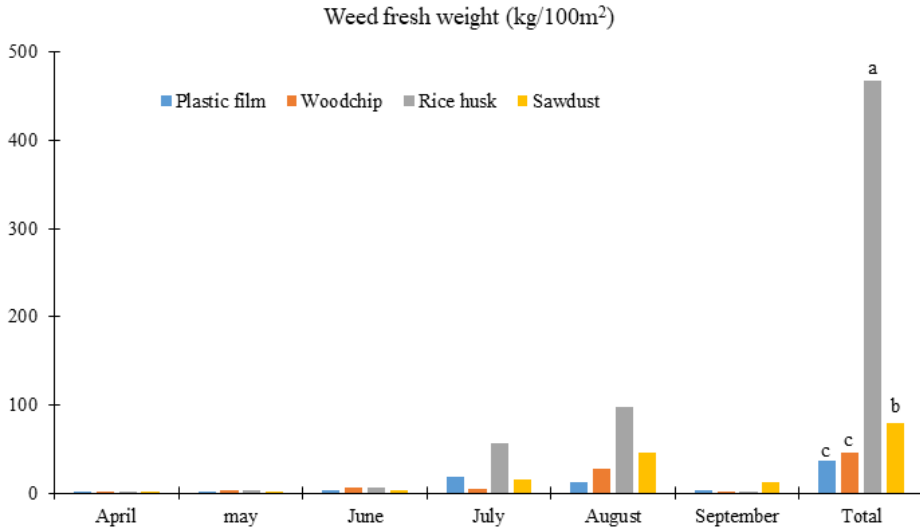


Fig. 2. Weed fresh weight during growth period by mulching material.

이상의 결과로 보아 블루베리 재배 시 유기물 멀칭에 의해 줄기 수, 수확량, 과실 당도 등이 증가하였으며 특히 우드칩에 의한 멀칭이 매우 효과적인 것으로 나타나 안정적인 생산을 위해서는 블루베리 과원에 우드칩으로 멀칭하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

IV. 적 요

국내 하이부쉬블루베리의 대표 세 품종을 대상으로 멀칭 재료에 따라 토양 환경, 수체 생육, 과실 특성 및 잡초 발생 등에 어떠한 효과를 보이는지 알아보려고 실험을 수행하였다. 토양 온도는 우드칩 멀칭 처리구에서 변화폭이 가장 적었으며 CEC, 인산, 치환성 양이온 농도 또한 처리구에 따른 차이가 나타나지는 않았다. 우드칩 처리구에서 줄기 수 증가가 가장 높게 나타났으며 톱밥, 왕겨, 부직포 순으로 나타났다. 총 신초 수는 흡지 수와 줄기 수와 마찬가지로 유기물 멀칭처리구와 부직포 처리구간의 유의한 차이가 있었으나 유기물 멀칭 재료 간에는 차이를 보이지 않았다. 신초의 굵기는 처리 간에 차이가 나타나지 않았다. 과실 특성을 조사한 결과 품종에 상관없이 우드칩 멀칭 처리구에서 과중이 가장 높게 나타났으며 그 외 가용성고형물 함량, 산도, 경도는 유의한 차이를 보이지 않았다. 수확량은 품종에 상관없이 유기물 처리구에서 높게 나타났으며 유기물 처리간에는 우드칩 처리구에서 가장 높게 나타나 주당 수확량은 Duke 3.6, Bluecrop 2.7, Elliott 품종의 경우 2.6 kg 였다. 블루베리의 줄기 수와 수확량과의 상관관계를 조사한 결과 r^2 값이 0.8413으로 고도

로 유의한 상관관계를 보였다. 따라서 과원에 우드칩으로 멀칭하는 것이 블루베리의 안정적인 생산과 환경친화적인 농업을 실천하는 데 도움이 될 것으로 판단된다.

[Submitted, September. 23, 2019 ; Revised, March. 24, 2020 ; Accepted, April. 1, 2020]

References

1. Barnes, J. and A. R. Putnam. 1986. Evidence for allelopathy by residues and aqueous extracts of rye (*Secale cereale*). Weed Sci. 34: 384-390.
2. Battino, M., J. Beelwilder, B. Denoyes-Rothan, M. Laimer, G. J. McDougall, and B. Mezzetti. 2009. Bioactive compounds in berries relevant to human health. Nutrition Reviews 67: S145-S150.
3. Choi, H. S. 2009. Effects of different organic apple production systems on seasonal variation of soil and foliar nutrient concentration, Ph.D. dissertation, University of Arkansas, USA.
4. Fortin, M. C. and F. J. Pierce. 1991. Timing and nature of mulch retardation of corn vegetative development. Agron. J. 83: 258-263.
5. Freeman, B. 1983. Blueberry production, Agfact H3 1.4. Department of Agriculture, NSW, Australia.
6. Garren, R. 1988. Riego y poda en arándano. In: Seminario El Cultivo del Arándano, Programa Frutales y Viñas, Serie Carillanca No. 2. INIA, Temuco, Chile. 73-79.
7. Gough, R. 1980. Root distribution of Coville and Lateblue highbush blueberry under sawdust mulch. J. Am. Soc. Hort. Sci. 105: 576-578.
8. Gough, R. E. 1994. The highbush blueberry and its management. Food Products Press, New York, USA, Chapter 1.
9. Haman, D. Z., A. G. Smajstrla, and P. M. Lyrene. 1988. Effects of irrigation and ground cover on growth of blueberry. Proc. Fla. State Hort. Soc. 101: 235-238.
10. Haman, D. Z., A. G. Smajstrla, R. T. Pritchard, F. S. Zazueta, and P. M. Lyrene. 1994. Water use in establishment of young blueberry plants. Bulletin 296. Gainesville, Fla.: Univ. of Florida Coop.
11. Hanson, E. and J. Hancock. 1996. Managing the nutrition of highbush blueberries. Michigan State University, Department of Horticulture. Extension Bulletin E-2011.
12. Holzapfel. E. A., R. F. Heppb, and M. A. Mariño. 2004. Effect of irrigation on fruit

- production in blueberry. *Agric. Water Manag.* 67: 173-184.
13. Kim, H. L., Y. B. Kwack, H. D. Kim, J. G. Kim, and Y. H. Choi. 2011. Effect of different soil water potentials on growth properties of northern-highbush blueberry. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 44: 161-167.
 14. Kylli, P., L. Nohynek, R. Puupponen-Pimiä, B. Westerlund-Wikström, T. Leppänen, J. Welling, E. Moilanen, and M. Heinonen. 2011. Lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea*) and European cranberry (*Vaccinium microcarpon*) proanthocyanidins: Isolation, identification, and bioactivities. *J. Agr. Food Chem.* 59: 3373-3384.
 15. Lee, C. Y., T. J. Kim, and G. J. Lee. 2010. Effects of organic mulching on potato production and weed management. *Korean J. Organic Agric.* 18: 587-598.
 16. Lee, J. S., I. J. Kim, C. K. Youn, K. S. Ahn, K. H. Kim, S. Y. Nam, and H. S. Kim. 2013. Effects of removing of transparent polyethylene film on garlic growth, yield and weed occurrence in double layer mulching cultivation. *Korean J. Organic Agric.* 21: 413-422.
 17. Määttä-Rihinen, K. R., M. P. Kähkönen, A. R. Törrönen, and I. M. Heinonen. 2005. Catechins and procyanidins in berries of *Vaccinium* species and their antioxidant activity. *J. Agri. Food Chem.* 53: 8485-8491.
 18. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2018. <http://www.agrix.go.kr>
 19. Nam, S. Y., I. J. Kim, M. J. Kim, C. H. Lee, T. Yun, S. G. Park, and W. Y. Lee. 2006. Effects of covering materials to survival rate of rhizome and weeds occurrence in wintering of *Saururus chinensis* Baill. *Korean J. Weed Sci.* 26: 50-55.
 20. Pritts, M. P. and J. F. Hancock. 1985. Lifetime biomass partitioning and yield component relationships in the highbush blueberry, *Vaccinium corymbosum* L. (Ericaceae). *Amer. J. Bot.* 72: 446-452.
 21. RDA. 2000. Methods of analysis of soil and plant. National Institute of Agricultural Science and Technology, Rural Development Administration, Korea.
 22. Shin, W. S., A. K. Hjimeray, and C. H. Park. 2014. Investigation of total phenolic, total flavonoid, antioxidant and allyl isothiocyanate content in the different organs of Wasabi japonica grown in an organic system. *Afr. J. Tradit. Complement Altern. Med.* 11: 38-45.
 23. Smajstrla, D. Z., D. Z. Haman, and P. M. Lyrene. 1988. Use of tensiometer for blueberry irrigation scheduling. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 101: 232-235.
 24. Steinsiek, J. W., L. R. Oliver, and F. C. Collins. 1982. Allelopathic potential of wheat (*Triticum aestivum*) straw on selected weed species. *Weed Sci.* 30: 495-497.