

로즈마리 다단재배 시 근권부 용적이 어린순 생산성에 미치는 영향

김명석^{1*} · 문정섭² · 안송희² · 정동춘³ · 안민실³ · 최소라⁴

¹전북특별자치도농업기술원 원예과 지방농업연구사, ²전북특별자치도농업기술원 약용자원연구소
허브산채시험장 지방농업연구사, ³전북특별자치도농업기술원 원예과 지방농업연구관,
⁴전북특별자치도농업기술원 농업환경과 지방농업연구관

Effect of Root Zone Volume on Productivity of Shoots in Multi-layer Cultivation of Rosemary

Myeong Suk Kim¹, Jung Seob Moon², Song Hee Ahn², Dong Chun Cheong³, Min Sil Ahn³, and So Ra Choi⁴

¹Researcher, Horticulture Division, Jeonbuk State Agriculture Research & Extension Services, Iksan 54591, Korea

²Researcher, Medicinal resource research institute Herb & Wild vegetables experiment station,
Jeonbuk State Agriculture Research & Extension Services, Namwon 55720, Korea

³Senior Researcher, Horticulture Division, Jeonbuk State Agriculture Research & Extension Services, Iksan 54591, Korea

⁴Senior Researcher, Agriculture Environmet Division, Jeonbuk State Agriculture Research & Extension Services,
Iksan 54591, Korea

Abstract. This study was conducted to investigate the effect of rooting volume on the productivity of fresh shoots when growing rosemary in multi-layer cultivation. The 10 cm middle cuttings from which the common rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) apical bud was removed were planted in a 128-hole tray, rooted, and then transplanted into pots of 125, 200, 550, 750, 1,300, and 2,000 mL to determine the growth characteristics and quantity of young shoots of 1-year-old and 2-year-old rosemary. In the case of 1-year-old rosemary, there was no clear difference in initial growth (30 days after transplanting) between treatments in pot size larger than 550 mL, in the case of 2-year-old rosemary, growth tend to be proportional as the pot became larger. The fresh weight of the underground part of 1-year-old and 2-year-old rosemary was the lowest at 6.9 g and 24.4 g, respectively, when surveyed on July 25 in a 550 mL container, and 10.3 g and 24.9 g, respectively, when surveyed on November 24, and there was a difference between treatments in containers of 750 to 2,000 mL. On the other hand, in the case of 1-year-old rosemary, the fresh weight of the above-ground part increased as the pot became larger, but there was no statistical difference above 1,300 mL, and the fresh weight of 2-year-old rosemary was also significantly higher as the pot became larger. The quality of young shoots was the best for 1-year-old rosemary in a pot of 2,000 mL, but for 2-year-old rosemary, there was a difference in quality depending on the season. Shoot productivity per unit pot was highest at 1,300 mL, but when converted to per unit area, the best was observed at 750 mL. Therefore, the most suitable pot size for intensive production through multi-layer cultivation of rosemary young shoots is judged to be 750 mL (12.5 × 11.5 cm).

Additional key words: fresh weight, intensive production, pot size, *Rosmarinus officinalis*, shoot production, underground volume

서 론

로즈마리(*Rosmarinus officinalis* L.)는 지중해가 원산지인 꿀풀과의 다년생 관목성 식물이다. 미국과 유럽에서는 로즈마리를 기능성을 가진 특별한 향신료로써 상업적으로 활발히 이용하고 있다(Cuvelier 등, 1996). 로즈마리의 성분 중

carnosic acid, carnosol, rosmarinic acid 등이 강한 항산화력을 갖는 것으로 보고되었으며(Okamura 등, 1994; Frankel 등, 1996; Thorsen과 Hildebrandt, 2003), 이외에도 간 기능 활성화, 알레르기성 비염 개선, 저혈압 개선, 두통 감소, 피로 해소 등의 효과가 알려져 식용, 약용, 미용, 향료 등으로 널리 이용되고 있다(Kim 등, 2002). 전 세계 로즈마리 추출물 시장은 2021년 기준 약 132억 달러로 추정되며, 매년 3.16%씩 성장하여 2030년 약 175억 달러까지 성장할 것으로 추정된다(Business Research Insights, 2023).

*Corresponding author: cytus3538@korea.kr
Received April 13, 2024; Revised June 28, 2024;
Accepted July 4, 2024

우리나라 국민들의 소득 수준이 높아지면서 가니쉬로의 활용성이 높은 로즈마리 어린순의 수요가 증가하고 있다. 이에 따라 신선 로즈마리 어린순 수입량은 2017년 332kg에서 2020년 2,963kg으로 약 9배가량 증가하였으며(Imported Food Information Maru, 2021), 가격 또한 봄철 약 8,000원/100g에서 겨울철 약 16,000원/100g으로 상당히 높게 형성되고 있다. 그러나 국내 허브 재배면적은 꾸준히 증가하고 있음에도 2023년 기준 131ha에 불과하며(Agrix 2023), 로즈마리 재배면적은 통계에 잡히지 않을 정도로 적은 실정이다. 더욱이 로즈마리 관련 연구는 일부 에센셜 오일 추출 시험에 한정되어있다(Lee 등, 2013; Hong, 2015).

원에 온실의 공간 효율성 측면에서, 작물 재배면적은 일반적으로 바닥 면적의 47–68% 정도를 차지하기 때문에(Langhans and Langhans, 1990), 단위 면적당 생산량을 높이기 위해 다양한 작물에서 수직재배가 시도되고 있다(Toyoki 등, 2016; Cho와 Kang, 2019; Lee 등, 2024). 또한 근권부 용적은 작물 생육에 있어 매우 중요한 요소이다. 화분 크기가 작물에 어떤 영향을 미치는지를 메타 분석한 결과, 평균적으로 화분 크기를 2배 늘릴 경우 바이오매스 생산량은 43% 증가하였고, 일반적으로 작물의 바이오매스가 $1\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 초과하지 않는 화분 크기가 적절한 범위로 제시되었다(Poorter 등, 2012).

따라서 본 연구는 단위 면적당 로즈마리 어린순 생산량이 최대인 근권부 용적을 구명함으로써 다단재배 기술 개발에 기초 자료를 제공하고, 국내 로즈마리 생산성 증대를 통해 수입산 로즈마리를 국산으로 대체하고자 실시되었다.

재료 및 방법

1. 실험재료 및 재배관리

본 연구는 전북특별자치도농업기술원 약용자원연구소 허브산채시험장(해발 500m) 내 유리온실 및 2연동 비가림시설(남북방향)에서 2021년부터 2년간 수행하였다. 3월 중순경 본 연구소(전북특별자치도농업기술원 약용자원연구소 허브산채시험장) 보유자원인 커먼 로즈마리(*Rosmarinus officinalis* L., 유전자원 등록 번호: IT168902) 정아를 제거한 중간부 삽수를 10cm 길이로 채취하여 원예용 상토(Baroker, Seoul Bio, Korea)를 채운 128공 트레이에 삼목 후 백색 부직포를 덮어 강광을 피하고 대기습도를 90% 이상으로 높게 관리하면서 발근시켰다. 2021년에는 용기 크기 125mL(직경×높이: 5×11cm), 200mL(7.5×7), 550mL(11.5×10.2), 750mL(12.5×11.5), 1,300mL(13.5×13.5)에, 2022년도에는 용기 크기 550mL, 750mL, 1,300mL 및 2,000mL(15.5×15)에 이식하고 다단선반(가로×세로×높이: 149×60×57cm, 3층 구성)에 배치하여

지면관수로 관리하였다. 지면관수 시 화분 상단부에 있는 상토까지 물이 흡수될 수 있도록 하였고, 상토가 완전히 마르면 관수하는 방식으로 주 2회 관수하였다. 로즈마리는 정단부를 제거하여“V”자 형태의 수형을 유도하였고, 삼목 후 110일 시점부터 한 달 간격으로 10cm의 어린순을 수확하되, 지속적인 어린순 생산을 위해 수확하는 가지의 하단부 1–2마디를 남겨두었다. 단 2021년도 실험에서는 가지 하단부 2번째 마디를 기준으로 5.5cm 이상의 어린순을 모두 수확하였다. 일일총광량(daily light integral, DLI)의 경우 하위 2개층(1, 2층)은 평균 $4.2\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$, 3층은 하위층 보다 약 2.5배 높은 평균 $10.7\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ 로 관찰되는 등 층별 환경 차이가 많이 났으나, 본 실험에서는 동일 환경 조건에서 근권부 용적 비교를 위해 광 차단이 없는 3층에 배치한 로즈마리를 대상으로 조사하였다.

2. 로즈마리 삼목묘 생육특성 조사

2021년 3월 20일에 삼목한 2년생 삼목묘와 2022년 3월 17일에 삼목한 1년생 삼목묘에 대해 지하부 용적별 초기 생육특성은 2022년 6월 20일에 수고, 수관폭, 측지수, 측지장, 절간장, 측지마디수 6항목을 조사하였는데, 측지장, 절간장, 측지마디수의 가장 긴 첫 번째 측지를 기준으로 조사하였다. 지상부 및 지하부 생체중은 2022년 7월 25일과 11월 24일, 2회에 걸쳐 전자저울(SW-02, Cas, Yangju, South Korea)을 이용하여 측정하였다.

3. 어린순 품질 및 생산성 조사

어린순 수확은 1년생의 경우 3회(6월 6일, 8월 8일, 9월 15일), 2년생의 경우 5회(4월 11일, 5월 16일, 6월 20일, 9월 15일, 10월 18일) 실시하여 품질과 생산성을 조사하였다. 품질의 경우 시중에서 판매되는 로즈마리 어린순 평균 길이인 10cm를 기준으로 수확하여 직경, 마디수, 절간장, 생체중을 조사하였다. 생산성의 경우 시기별 수확한 어린순 생체중을 합하여 최종 수량을 계산하였다.

4. 통계분석

온실 내 서로 다른 위치의 다단선반 3개(3반복)에서 나온 결과를 평균하였고, 다단선반 1개당(1반복당) 5개의 화분을 조사하였다. 통계분석은 R 프로그램을 이용하여 F-검정 후 유의성이 있는 경우 유의수준 5%에서 Duncnan's multiple test(DMRT)로 수행되었고 유의수준 5%에서 Duncan's multiple range test(DMRT)로 수행되었고 그래프 작성에는 SigmaPlot(SigmaPlot 14.5, Systat Software Inc., San Jose, CA, USA)을 이용하였다.

결과 및 고찰

2021년 6월-11월 기간 로즈마리 어린순 조사 결과 어린순 한 개 무게 및 식물체당 수확된 어린순 총 무게는 근권부 용적이 클수록 우수하였다(Table 1). 근권부 용적 125mL, 200mL의 경우 소요 삼수량 대비 수확량이 매우 저조하였고, 2차 수확(7월경)부터는 생산량이 거의 없었기 때문에 지속적인 어린순 수확이 불가능한 것으로 판단되었다. 화분이 작다는 것은 토양 용량이 작다는 것이기 때문에 근권부가 이용할 수 있는 물과 양분이 부족한 환경이 조성된다. 또한 식물은 1m 이상의 뿌리를 쉽게 생성하므로 많은 양의 뿌리가 작은 화분에 결박되어 여러 부차적인 식물생육에 부정적 결과를 초래한다(Herold와 McNeil, 1979; Jackson, 1993). 월동 후 신초 발생률 및 두 번째로 긴 결가지 길이 역시 근권부 용적과 비례하여 우수하게 관찰되었다(Table 1). 이러한 결과를 참고하여

2022년에는 125mL, 200mL 처리를 제외하고 2,000mL를 추가하여 근권부 용적 시험을 수행하였다.

2022년 6월 20일 근권부 용적별 생육조사 결과 삼목 후 96일 된 1년생 로즈마리의 경우 근권부 용적 550, 1,300mL 처리에서 초장, 마디수 등이 저조하였으나 경향치가 보이지 않았으나, 삼목 후 448일 된 2년생 로즈마리의 경우 근권부 용적이 클수록 초장, 수관폭, 가지수, 측지장, 절간장, 마디수 등 생육이 전반적으로 우수한 경향을 보였다(Table 2). 이는 화분 크기(0.01-1.00L)와 *Pinus contorta* 생육 사이의 관계를 보고한 연구에서 생육 극 초기에는 화분 크기와 관계없이 생육이 모두 우수하였으나, 생육 4주 차부터 가장 작은 화분 먼저 건물중이 감소하였으며, 생육 14주 차에는 화분 크기 증가와 비례하여 점차적으로 건물중이 증가한다는 결과와 유사하였다(Endean과 Carlson, 1975; McGinley 등, 1990). 로즈마리 역시 삼목 후 3개월 지난 시점(2022년 6월 20일)까지는 근권부

Table 1. Effects of root zone volume on shoot characteristics of common rosemary investigated from June to November 2021, and characteristics of new shoot developments after wintering investigated April 7, 2022.

Root zone volume (mL)	Shoot diameter (mm)	Shoot length (cm)	Number of nodes	Internode length (cm)	Shoot fresh weight (g/shoot)	Total shoot fresh weight (g/plant)	After wintering	
							Number of new shoots	Second longest stem length (cm)
125	0.89 ^z b ^y	5.65 b	6.00 a	0.95 b	0.37 c	2.0 d	5.9 d	9.8 d
200	1.01 a	5.76 b	6.14 a	0.96 b	0.43 b	3.1 c	14.9 c	6.3 e
550	0.87 b	6.14 a	5.79 a	1.09 a	0.42 b	6.8 b	22.9 b	10.6 c
750	0.85 b	6.39 a	5.92 a	1.09 a	0.44 b	7.3 b	24.4 b	12.7 b
1,300	0.92 ab	6.30 a	6.30 a	1.01 ab	0.50 a	11.3 a	31.2 a	14.9 a

^zValue represents the mean of fifteen replications.

^yDifferent letters within a column indicate a significant difference at $P \leq 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 2. Effects of plant age and root zone volume on early growth characteristics of common rosemary investigated June 20, 2022.

Plant age	Root zone volume (mL)	Plant height (cm)	Canopy width (cm)	Number of branches	Lateral branch length (cm)	Internode length (cm)	Number of stem nodes
1-year-old	550	11.2 ^z b ^y	8.1 b	7.6 a	6.6 a	1.32 a	5.0 b
	750	13.7 a	10.7 a	8.8 a	8.4 a	1.30 a	6.4 a
	1,300	11.3 b	10.1 a	8.6 a	7.0 a	1.47 a	4.8 b
	2,000	12.6 ab	11.1 a	8.2 a	8.3 a	1.31 a	6.4 a
2-year-old	550	15.4 c ^x	13.1 b	25.8 b	12.1 c	1.07 b	11.3 b
	750	18.2 b	13.0 b	27.5 b	14.4 b	1.16 ab	12.4 ab
	1,300	19.8 a	15.6 a	35.9 a	16.2 a	1.25 a	13.0 a

^zValue represents the mean of five replications.

^yDifferent letters within a column indicate a significant difference at $P \leq 0.05$ by Duncan's multiple range test.

^xDMRT was performed separately on 1-year-old and 2-year-old rosemary.

Table 3. Effects of plant age and root zone volume on above ground and under ground fresh weights and root ratio of common rosemary.

Plant age	Root zone volume (mL)	July 25, 2022			November 24, 2022		
		Above ground fresh weight (g/plant)	Under ground fresh weight (g/plant)	Root ratio ^z (%)	Above ground fresh weight (g/plant)	Under ground fresh weight (g/plant)	Root ratio (%)
1-year-old	550	12.9 ^y b ^x	6.9 b	35	27.8 c	10.3 b	27
	750	14.7 ab	11.0 a	43	54.4 b	27.2 a	33
	1,300	17.9 a	10.6 a	37	61.0 ab	33.1 a	35
	2,000	16.9 a	11.1 a	40	70.9 a	33.2 a	32
2-year-old	550	36.1 c ^w	24.4 a	40	40.1 c	24.9 b	40
	750	52.9 b	27.5 a	34	71.3 b	44.1 a	38
	1,300	71.1 a	28.1 a	28	83.0 a	47.3 a	36

^zRoot ratio refers to the ratio of underground fresh weight to the plant's total fresh weight.

^yValue represents the mean of five replications.

^xDifferent letters within a column indicate a significant difference at $P \leq 0.05$ by Duncan's multiple range test.

^wDMRT was performed separately on 1-year-old and 2-years-old rosemary.

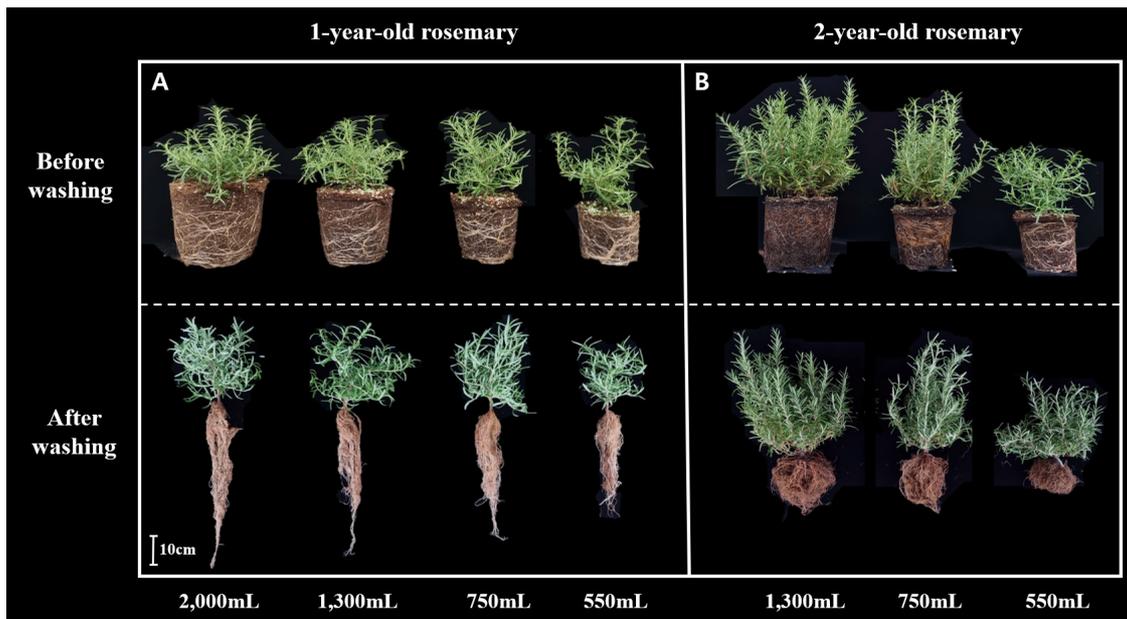


Fig. 1. Visual appearance of *Rosemarinus officinalis* under different root zone volume at July 25, 2022. 1-year-old rosemary was cut on March 17, 2022 (A). 2-year-old rosemary was cut on March 30, 2021 (B).

용량이 로즈마리 생육에 결정적 영향을 주지 않으나, 시간이 지날수록 근권부 용적이 로즈마리 생육의 제한 요인으로 작용한 것으로 판단된다.

지하부 생체중은 1년생 로즈마리의 경우 550mL에서 유의하게 낮았고 750mL 이상에서는 유사한 경향을 보였다(Table 3, Fig. 1A). 2년생 로즈마리의 경우 7월 25일 조사 시 근권부 용적별 지하부 생체중은 유의한 차이가 없었으나, (Table 3, Fig. 1B). 11월 24일 조사 시 550mL는 뿌리 생체중이 낮고

750mL와 1,300mL는 유사한 경향을 보였다(Table 3). 이를 통해 1, 2년생 모두 근권부 용량 750mL가 로즈마리 뿌리 생육에 제한 요인으로 작용하지 않는 것으로 판단된다. 반면 지상부 생체중은 1년생 로즈마리의 경우 근권부 용량이 클수록 높아지다가 1,300mL과 2,000mL은 유사한 값을 보였으며 (Table 3, Fig. 1A), 2년생 로즈마리 역시 근권부 용량이 클수록 지상부 생체중이 유의하게 높게 관찰되었다(Table 3, Fig. 1B).

Table 4. Effects of plant age and root zone volume on harvest shoot quality of common rosemary.

Plant age	Root zone volume (mL)	Shoot diameter (mm)	Number of shoot nodes	Internode length (cm)	Shoot fresh weight (g/shoot)
1-year-old ^z	550	1.10 b ^x	6.61 b	1.52 a	0.87 b
	750	1.13 b	6.52 b	1.55 a	0.83 b
	1,300	1.14 b	6.63 b	1.52 a	0.95 b
	2,000	1.26 a	7.56 a	1.35 b	1.12 a
2-year-old ^y	550	1.45 b ^w	8.82 a	1.14 b	1.17 a
	750	1.50 ab	8.29 b	1.21 a	1.09 a
	1,300	1.55 a	8.17 b	1.23 a	1.12 a

^zFor 1-year-old rosemary, the weighted average of young shoots harvested three times on June 6, August 8, and September 15 was used.

^yFor 2-year-old rosemary, the weighted average of young shoots harvested five times on April 11, May 16, June 20, September 15, and October 18 was used.

^xDifferent letters within a column indicate a significant difference at $P \leq 0.05$ by Duncan's multiple range test.

^wDMRT was performed separately on 1-year-old and 2-year-old rosemary.

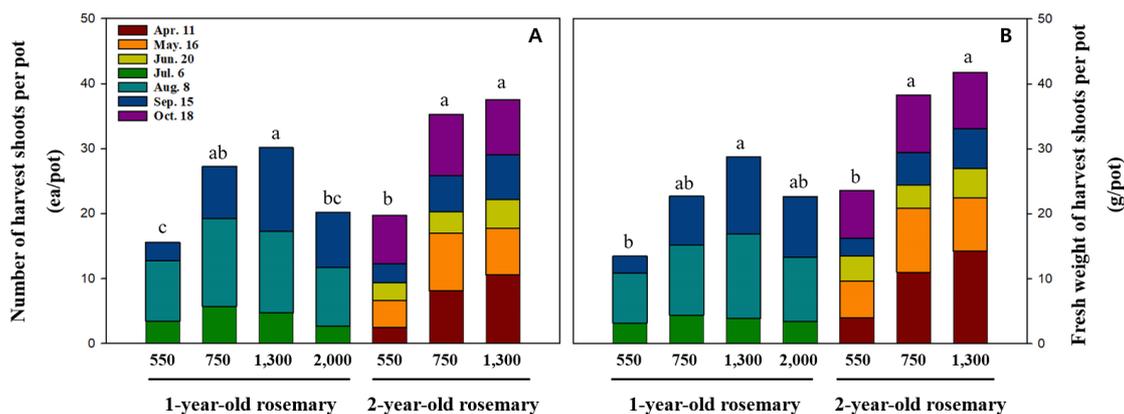


Fig. 2. Effects of plant age and root zone volume on number of harvest shoots (A) and fresh weight of harvest shoots (B) per pot by period in common rosemary. Different letters above bars indicate significant differences by Duncan's multiple range test at $P < 0.05$. DMRT was performed separately on 1-year-old and 2-year-old rosemary.

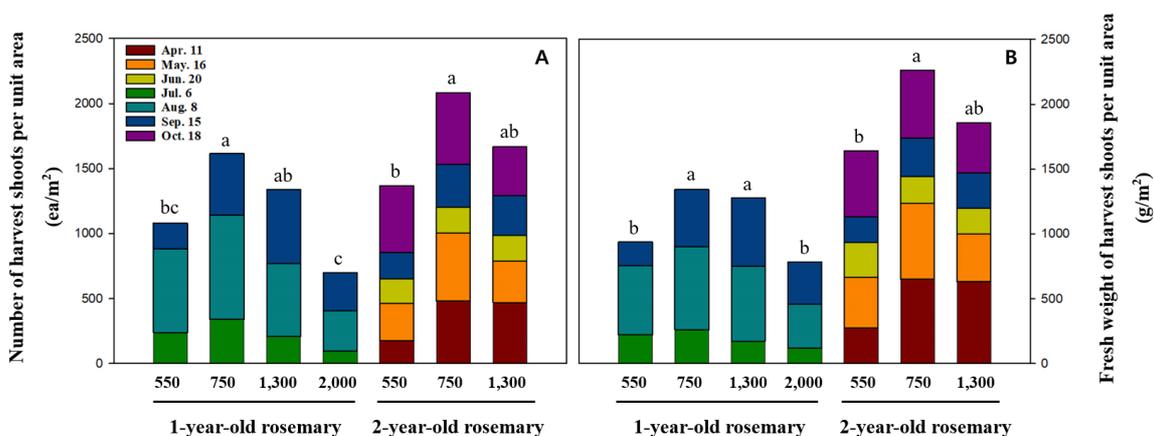


Fig. 3. Effects of plant age and root zone volume on number of harvest shoots (A) and fresh weight of harvest shoots (B) per unit area by period in common rosemary. Different letters above bars indicate significant differences by Duncan's multiple range test at $P < 0.05$. DMRT was performed separately on 1-year-old and 2-year-old rosemary.

1, 2년생 로즈마리에서 시기별로 어린순을 수확하여 품질 및 수확량을 조사하였다. 먼저 품질 비교 결과, 1년생의 경우 조사 시기와 관계없이 근권부 용적 2,000mL에서 직경이 두 겹고, 마디수가 많고, 절간장이 짧아, 어린순 한 개 생체중이 높게 관찰되었다(Table 4). 반면 2년생의 경우 근권부 용적별 어린순 생체중에 유의한 차이가 없었다(Table 4). 단위 화분당 수확된 어린순 개수(Fig. 2A) 및 무게(Fig. 2B)를 시기별로 조사하여 합산한 결과 1, 2년생 모두 1,300mL에서 가장 우수하였다. 이는 근권부 용적이 클수록 지상부 생체중이 높았던 결과의 연장선이며(Table 3, Fig. 1A), 화분 크기가 로즈마리 생육에 여러 측면에서 영향을 미친 것으로 판단된다. 화분 크기가 작을 경우 화분을 밀집 배치하게 되며, 이는 작물 간 지상부 경합을 유발하여 한 식물체가 이용할 수 있는 광량 감소에 따른 광합성 저하로 이어진다(Robbins와 Pharr, 1988; Climent 등, 2011). 화분 크기가 작을수록 근권부 내 총영양소 함량이 감소하는데, 특히 질소와 인의 가용성 감소는 광합성을 저하시킨다(Lynch et al., 1991). 또한 화분 크기가 작을 경우 화분 내 총수분 보유 용량이 감소하여 더 빨리 건조되고 식물에 스트레스를 유발하게 된다(Ray와 Sinclair, 1998). 이외에도 화분 크기가 작으면 부피에 비해 표면적이 넓어 토양 온도 변화 폭이 더 크고 이는 식물 생장에 부정적 영향을 미친다는 연구도 보고되었다(Townend와 Dickinson, 1995). Poorter 등(2012)은 *Hordeum vulgare* L. 및 *Beta vulgaris* L. 식물의 근권부 생육을 3차원 공간에서 측정하였는데, 뿌리 바이오매스의 20-25%만이 화분 내부에 분포한 반면, 뿌리의 50%는 외부 4mm(전체 토양의 20%)에 분포하였다. 이는 작은 화분의 경우 외벽의 온도 변동과 뿌리 발달 제한이 식물에 큰 영향을 줄 수 있음을 시사한다.

단위 면적당 생산량으로 환산할 경우 1, 2년생 모두 750mL에서 가장 우수하였다(Fig. 3). 550mL의 경우 근권부 용량적 한계가 로즈마리 지상부 생육의 제한 요인으로 작용하였고, 2,000mL의 경우 화분이 커서 저면관수 방식에서 하단부 물이 뿌리가 있는 화분 상층부까지 올라오는 데 어려움이 있었던 것으로 판단된다. 이를 통해 로즈마리 저면관수 화분재배 시 단위 식물체당 어린순 수확에 가장 적합한 근권부 용량은 1,300mL지만, 2년생까지는 750mL와 큰 차이가 없었고 단위 면적당 생산성은 750mL에서 높기 때문에 다단재배를 통한 집약생산은 750mL의 근권부 용적이 가장 적합할 것으로 판단된다.

적 요

본 연구는 로즈마리 다단재배 시 근권부 용적이 어린순 생산

성에 미치는 영향을 구명하고자 수행되었다. 정아를 제거한 커먼 로즈마리의 중간부 삽수 10cm를 128공 트레이에 삽목하여 발근시킨 뒤 125, 200, 550, 750, 1,300 및 2,000mL의 용기에 이식하여 1, 2년생 삽목묘 어린순의 생육특성과 수량성을 비교하였다. 1년생 로즈마리의 경우 초기 생육(이식 후 30일)은 용기 550mL 이상에서 처리 간 뚜렷한 차이가 없었으나, 2년생 로즈마리의 경우 용기가 클수록 생육이 비례하는 경향을 보였다. 1, 2년생 로즈마리의 지하부 생체중은 용기 550mL에서 7월 25일 조사 시 각각 6.9g, 24.4g, 11월 24일 조사 시 각각 10.3g, 24.9g으로 가장 낮았고, 용기 750-2,000mL에서는 처리 간 차이가 보이지 않았다. 반면 지상부 생체중은 1년생 로즈마리의 경우 용기가 클수록 증가하다가 1,300mL 이상에서는 통계적 차이가 없었으며, 2년생 로즈마리 역시 용기가 클수록 생체중이 유의하게 높았다. 어린순 품질은 1년생 로즈마리의 경우 용기 2,000mL에서 가장 우수하였으나, 2년생 로즈마리의 경우 시기별 품질 차이를 보였다. 단위 화분당 어린순 생산성은 1,300mL에서 가장 높았으나, 단위 면적당으로 환산할 경우 750mL에서 가장 우수하게 관찰되었다. 따라서 로즈마리 어린순 다단재배를 통한 집약생산에 가장 적합한 용기 크기는 750mL로 판단된다.

추가 주제어 : 생체중, 집약생산, 화분 크기, *Rosmarinus officinalis*, 어린순 생산량, 지하부 용적

사 사

본 결과물은 전북특별자치도농업기술원 경상과제 연구사업으로 수행되었음(LP0046692021).

Literature Cited

- Agrix 2023, Agricultural business registration information status service, Crop cultivation status, Status by item (Herb). Available via <https://uni.agrix.go.kr/docs7/biOlap/dashBoard.do> Accessed 25 June 2024.
- Business Research Insights 2023, Rosemary oil market size, share, growth, and industry analysis by type, by application, regional forecast to 2031. Available via <https://www.businessresearchinsights.com/market-reports/rosemary-oil-market-102302> Accessed 2 March 2024.
- Cho H.J., and C.H. Kang 2019, A study on the architectural planning of vertical smart farm. *Archit Inst Korea* 39(1): 114-117.
- Climent J., M.R. Chambel, M. Pardos, F. Lario, and P. Villar-Salvador 2011, Biomass allocation and foliage heteroblasty

- in hard pine species respond differentially to reduction in rooting volume. *Eur J Forest Res* 130:841-850. doi:10.1007/s10342-010-0476-y
- Cuvelier M.E., H. Richard, and C. Berset 1996, Antioxidative activity and phenolic composition of pilot-plant and commercial extracts of sage and rosemary. *J Am Oil Chem Soc* 73:645-652. doi:10.1007/BF02518121
- Endean F., and L. Carlson 1975, The effect of rooting volume on the early growth of lodgepole pine seedlings. *Can J Forest Res* 5:55-60. doi:10.1139/x75-007
- Frankel E.N., S.W. Huang, R. Aeschbach, and E. Prior 1996, Antioxidant activity of a rosemary extract and its constituents, carnosic acid, carnosol, and rosmarinic acid, in bulk oil and oil-in-water emulsion. *J Agric Food Chem* 44:131-135. doi:10.1021/jf950374p
- Herold A., and P.H. McNeil 1979, Restoration of photosynthesis in pot-bound tobacco plants. *J Exp Bot* 30:1187-1194. doi:10.1093/jxb/30.6.1187
- Hong Y.G. 2015, Change of essential oil contents and aroma components as growth environment and management in rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). Master's thesis, Jeonbuk Natl. Univ., Jeonju, Korea. pp 9-26.
- Imported Food Information Maru 2021, Fresh rosemary import statistics (2017-2020). Available via <https://impfood.mfds.go.kr> Accessed 31 December, 2023
- Jackson M.B. 1993, Are plant hormones involved in root to shoot communication. *Adv Bot Res* 19:103-187. doi:10.1016/S0065-2296(08)60204-9
- Kim J.C., M.A. Park, and M.J. Kim 2002, Aromatherapy in primary care. *J Korean Acad Farm Med* 23:417-429.
- Langhans R.W., and V. Langhans 1990, Greenhouse management: a guide to structures, environmental control, materials handling. *Crop Programming and Business Analysis*, Ed 3. Halcyon Press, Ithaca, USA, pp 24-90.
- Lee C.Y., K.M. Kim, and H.S. Son 2013, Optimal extraction conditions to produce rosemary extracts with higher phenolic content and antioxidant activity. *Korean J Food Sci Technol* 45(4):501-507. doi:10.9721/KJFST.2013.45.4.501
- Lee G.O., H.J. Kwon, Y.L. Kim, I.J. Kang, G.S. Yang, J.S. Cho, and K.H. Son 2024, Germination characteristics of eight species for production of medicinal crops in vertical farms. *J Bio-Env Con* 33(2):79-87. doi:10.12791/KSBEC.2024.33.2.079
- McGinley M., C. Smith, P. Elliott, and J. Higgins 1990, Morphological constraints on seed mass in lodgepole pine. *Func Ecol* 4:183-192. doi:10.2307/2389337
- Okamura N., Y. Fujimoto, S. Kuwabara, and A. Yagi 1994, High performance liquid chromatographic determination of carnosic acid and carnosol in *Rosmarinus officinalis* and *Salvia officinalis*. *J Chromatogr A* 679:381-386. doi:10.1016/0021-9673(94)80582-2
- Poorter H., J. Buhler, D.V. Dusschoten, J. Climent, and J.A. Postma 2012, Pot size matters: a meta-analysis of the effects of rooting volume on plant growth. *Func Plant Biol* 39: 839-850. doi:10.1071/FP12049
- Ray J.D., and T.R. Sinclair 1998, The effect of pot size on growth and transpiration of maize and soybean during water deficit stress. *J Exp Bot* 49:1381-1386. doi:10.1093/jexbot/49.325.1381
- Robbins N.S., and D.M. Pharr 1988, Effect of restricted root growth on carbohydrate metabolism and whole plant growth of *Cucumis sativus* L. *Plant Physiol* 87: 409-413. doi:10.1104/pp.87.2.409
- Thorsen M.A., and K.S. Hildebrandt 2003, Quantitative determination of phenolic diterpenes in rosemary extracts: Aspects of accurate quantification. *J Chromatogr A* 995:119-125. doi:10.1016/S0021-9673(03)00487-4
- Townend J., and A.L. Dickinson 1995, A comparison of rooting environments in containers of different sizes. *Plant Soil* 175:139-146. doi:10.1007/BF02413019
- Toyoki K., N. Genhua, and T. Michiko 2016, *Plant Factory: An Indoor Vertical Farming System for Efficient Quality Food Production*, Ed 1. Elsevier Inc., Amsterdam, Netherlands, pp 7-33.