

고랭지 재배시기에 따른 라디치오 품종별 수량 및 품질 비교

김경원^{1*}, 서현택¹, 이원경¹, 원재희¹, 박영식¹, 강호민^{2*}

¹강원도농업기술원 원예연구과 농업연구사, ²강원대학교 스마트농업융합학과 교수

Comparison of Quantity and Quality of Radicchio (*Chicorium intybus*) Varieties with the Highland Growing Season

KyeongWon Kim^{1*}, HyunTaek Seo¹, WonKyung Lee¹, JaeHee Won¹, YoungSik Park¹, Ho-Min Kang^{2*}

¹Researcher, Horticultural Research Division, Gangwondo Agriculture Research & Extension Services, Chuncheon 24203, Korea

²Professor, Interdisciplinary Program in Smart Agriculture, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

*Corresponding author: KyeongWon Kim (E-mail: kkw1119@korea.kr), Ho-Min Kang (E-mail: hominkang@kangwon.ac.kr)

ABSTRACT

Received: 22 August 2022

Revised: 18 September 2022

Accepted: 19 September 2022

This experiment provides basic data for selecting the best variety of radicchio in Gangwon-do, highland. The experiment was conducted in an open field in Taebaek-si (at the high altitude of 800 m) in 2021. Varieties compared were 'Leonardo', 'Raffaello', 'Rossini', 'Rubro', 'Vasari', 'Botticelli', and 'Canaletto', which are all widely cultivated in Europe and the United States. The weight, spherical index, and predicted quantity were investigated. Most of the radicchios planted in spring bolted, which aligns with the chicory flower differentiation. Additionally, the high seasonal temperatures impacted the anthocyanin synthesis causing low spring crop quality. In spring, 'Leonardo' had the highest cultivation period with a rate of 93.3% and an average weight of 343 g. 'Leonardo' was also the best for the predicted yield per unit area of 1,170 kg/10 a. In autumn, 'Leonardo' had the highest product rate of 84.4%. However, 'Canaletto' was the heaviest at 376.6 g. There was not a statistically significant weight difference between 'Canaletto', 'Leonard', 'Raffaello', or 'Rossini'. The highest predicted yield per unit area was 'Canaletto' at 1,102 kg/10 a. Therefore, we select 'Leonardo' as the best variety, it consistently displayed the highest quantity and quality of radicchio for growing in both spring and autumn in high altitude regions.

Keywords: Chicory, Highland, Red chicory, Radicchio, Variety

서론

치커리의 한 종류인 라디치오(*Cichorium intybus* L. var. *Folium*)는 적색과 흰색으로 이루어진 잎을 가진 결구형 엽채류로, 주로 유럽과 미국에서 샐러드용으로 많이 소비되고 있다. 최근 국내에서도 식생활 소비 패턴의 변화 및 외식 수요 증가 등으로 인하여 소비 및 수입량이 증가하고 있다.



라디치오의 최근 5년간 평균 수입량은 850여 톤 수준으로 주요 수입국은 미국과 벨기에이다(Trade map, 2021). 이 라디치오는 소비량의 증가에 따라 국내에서도 충북 제천지역을 중심으로 재배가 이루어지고 있으며, 국내 재배면적은 약 15 ha 내외로 추정되고 있다(MAFRA, 2021).

성숙한 라디치오의 크기는 지름 13 - 16 cm의 구형이며 양상추보다 조금 작다(Dennis R. Decoteau, 1999). 상추와 비슷한 호냉성 채소로 생육적온이 15 - 20°C이기 때문에 서늘하면서 긴 재배기간을 요구하고, 특히 결구시기에 고온보다는 서늘한 기후가 품질을 좋게 만든다. 그리고 추대반응은 저온에 일정기간(6°C, 1 - 2주) 접하면 꽃눈이 분화되고 그 이후 장일 조건에서 꽃대가 오르게 된다(Park, 2018). 따라서 봄에 재배를 하게되면 유통기에 저온조건, 수확기엔 장일조건에 놓여 추대가 많이 발생하게 됨으로 봄보다는 가을에 수확되는 산물의 품질이 좋은 것으로 알려져 있다.

또한, 녹색을 띠는 라디치오의 잎에 비해 붉은 색을 띠는 잎이 더 높은 항산화 활성을 가지고 있는 것으로 알려져 있는데, 이는 안토시아닌의 존재 때문이다(Innocenti et al., 2005; Tavarini et al., 2007). 이 붉은 잎은 안토시아닌을 가지고 있으며 항산화, 항균 및 항암 특성으로 인해 인체 건강에 유익한 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(Clifford, 2000; D'Evoli, 2011).

현재 재배되고 있는 모든 붉은색 유형의 라디치오는 15세기에 처음 도입된 붉은 잎이 있는 개체에서 파생된 것으로 추정된다. 라디치오의 품종들은 과거 이탈리아 베로나 지역에서 육성이 되었는데, 그 중은 “Rosso di Treviso”의 긴 라디치오에서 짙은 붉은색 잎을 형성하는 것 중 내한성이 강한 종이 선발되었다. 그리고 이 중에서도 “Rosso di Verona”가 1960년대에 처음 얻어졌다. 그리고 동그란 라디치오(Rosso di Chioggia)는 베니스 남쪽에 있는 Chioggia 지역에서 1980년대에 처음 선발되었다. 이 라디치오는 전 세계의 매우 다른 환경에서 뛰어난 적응력을 보이기 때문에 이탈리아 이외의 지역에서도 가장 많이 재배되고 있으며 특히 주년생산이 가능하기 때문에, 다양한 종류의 라디치오 중에서 가장 널리 재배되고 있다. 종자산업의 발전과 함께 새로운 라디치오 품종이 많이 육성되어 왔지만, 여전히 이탈리아의 전통 품종들이 상업적으로 많이 사용되고 있다(Lucchin et al., 2008).

라디치오는 국내에 도입 된지 얼마 되지 않아 재배역사가 짧다. 특히, 아직까지 국내의 기후와 재배여건에 맞는 품종 정보가 전무한 상황이기 때문에 농업인이 처음 도입하기엔 진입장벽이 높은 작목이다. 따라서, 본 연구는 새로운 유망작목 발굴을 위한 첫 번째 과정으로써 고랭지에서 라디치오의 기초 적응력과 품종 선별을 위한 기본자료를 얻기 위해서 수행하였다.

재료 및 방법

시험 지역의 기상 및 토양자료 분석

시험지의 최고, 최저, 평균온도, 강수량 등 재배기간 중 외부기상 정보는 태백의 시험지로부터 11.8 km 거리에 위치한 태백기상대(216), 방재기상관측(AWS) 자료를 활용하였다. 그리고 시험연구포장 노지의 1 m 높이에 간이백엽상을 설치하여 지온(S-THB-M002, Onset Computer, USA) 센서를 이용하여 데이터로거(H21-USB, Onset Computer, USA)로 매 1분마다 정보를 수집하였고 일별 평균값을 사용하였다. 토양시료 분석은 하였다(Table 1). 분석 이후 정식 포장은 농촌진흥청 치커리 표준시비량에 따라 10 a당 질소 7.9 kg, 인산 0 kg, 칼리 2.8 kg, 우분퇴비 443 kg를 사용하였다. 그리고 봄과 가을 작형 모두 정식 후 약 40일이 되었을 때 10 a당 질소 9.6 kg, 가리 5.3 kg의 비료를 고랑에 추비하였다.

Table 1. Analysis of soil samples by cultivation region

Region	pH	EC (dS/m)	SOM (g/kg)	Cation				Av P ₂ O ₅ (mg/kg)
				Ca (cmol+/kg)	K (cmol+/kg)	Mg (cmol+/kg)	Na (cmol+/kg)	
Highland (Taebaek)	4.91	3.19	6	3.4	0.72	0.97	0.41	201

공시 품종

강원도 고랭지에서 라다치오 적품종을 선발하기 위하여 글로벌 회사인 Bejo seed사의 ‘Leonardo’, ‘Raffaello’, ‘Rossini’, ‘Rubro’, ‘Vasari’, ‘Botticelli’, ‘Canaletto’ 시험에 사용하였다. 이 품종들은 유럽과 미국 등 주요 생산국에서 주로 생산하는 품종들이다. 이들은 자가불화합성을 이용한 OP (방임수분형) 품종으로 생육 속도가 비슷한 것으로 알려져 있으며 결구형인 것을 시험 재료로 선정하여 이용하였다.

육묘 및 정식

라다치오의 육묘는 강원도농업기술원 채소 육묘 유리온실 내에서 수행되었다. 봄 작형용은 4월 16일에 파종하였고, 가을 작형용은 6월 30일에 파종을 하였다. 봄 작형의 육묘기간은 32일, 가을 작형의 육묘기간은 30일이었으며, 육묘기간 동안 시설 내 온도는 주간 25°C 내외, 야간 14°C 이상으로 유지하였다.

봄작형 라다치오의 묘소질 조사는 파종 32일 후인 5월 18일에 실시하였으며, 가을 작형의 경우 파종 30일 후인 7월 30일에 수행하였다. 묘 전체의 생체중은 품종별로 임의로 15개체를 선별하여 전자저울(HS1000TB, Hansung, Korea)을 이용하여 측정하였다. 초장은 기부에서 가장 높게 전개된 잎을 대상으로 버니어캘리퍼스를 이용하여 측정하였고, 엽장과 엽폭은 가장 크게 전개된 잎을 대상으로 측정하였다.

육묘 과정을 거친 이후 강원도 태백시 원동에 위치한 해발 800 m의 노지 포장에 정식하였다. 정식을 위한 이랑은 60 cm, 고랑 30 cm의 두둑을 만들었고, 이후 고밀도 흑색 비닐을 이용하여 멀칭 하였다. 정식거리는 90 × 30 cm 간격으로 정식하였고, 관수는 시간당 700 ml 공급 가능한 점적 구멍이 10 cm 간격인 점적테이프를 외줄로 설치하여 오전 9시경 15분간 3-4회/주 관리하였다.

생육 조사

봄 작형의 라다치오는 정식 후 74일간 재배한 7월 30일에 수확을 하였고, 가을 작형은 정식 후 75일간 재배한 10월 12일에 수확하였다(Bejo seeds, 2017; Suhonen, 1991). 정식 된 개체들의 경우 일시에 수확을 하였고 품종별로 15주씩 3회 임의선별 수확하여 전자저울(HS1000TB, Hansung, Korea)로 지상부 생체중을 측정하였다. 아울러, 완전히 전개된 하단으로부터 25번째 본엽을 선정하여 엽장, 엽폭을 측정하였으며 색차계(CR-300, Konica Minolta, Japan)를 이용하여 L*, a*, b* 값도 측정했다. 그리고 총 150주를 대상으로 상품율, 비상품율(미숙, 추대, 고사, 병 등)을 조사하였으며 수확물의 평균 무게와 상품률, 재식간격(90 × 30 cm)을 토대로 10 a당 예상 수확량을 조사하여 품종별 차이를 검증하였다.

통계분석

통계분석은 SAS package (statistical analysis system, versin 9.3, SAS Institute Inc, USA)를 이용하여 Duncan's Multiple Range Test를 실시하여 5% 유의수준에서 각 처리간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

시험지역 환경데이터

품종별 차이를 구명하는 시험을 진행했던 태백의 시험연구포장의 외기와 토양 지하부의 온도를 측정하여 환경데이터를 수집하였다. 봄 작형의 파종부터 수확기까지의 대기 적산온도는 1881.0°C, 정식부터 수확까지의 토양 적산온도는 1340.8°C이었다. 가을 작형 조사결과 파종부터 수확까지의 외기 적산온도는 2199.1°C, 정식부터 수확까지의 토양 적산온도는 1325.5°C였다(Table 2). 두 작형의 비교 조사결과 파종부터 수확까지의 외기 적산온도는 봄 작형이 가을작형에 비하여 318°C 낮았지만, 정식부터 수확까지의 지온은 봄 작형이 가을작형에 비하여 15.3°C 높았다. 특히, 절구 잎의 안토시아닌 발현이 시작되는 정식 후 40일부터 수확까지의 외기 적산온도는 가을작형이 봄 작형에 비하여 173.4°C 낮았고, 지온 적산온도 또한 167.8°C 낮았다.

품종별 묘소질 특성 비교

봄 재배 시 라디치오 7품종의 초장은 13.2 – 18.7 cm, 엽장은 12.3 – 17.8 cm, 엽폭은 4.6 – 5.8 cm, 엽수는 4.0 – 4.6 개, 생체중은 1.9 – 3.6 g 범위에서 조사되어, 묘의 특성은 품종에 따라 차이를 보였다(Table 3). 특히 7품종 중에서 'Leonardo'의 유묘의 엽이 가장 빨리 적색으로 변했다(Fig. 1).

Table 2. Collated temperature data of cultivation period in spring (1nd) (Unit: °C)

Experiment period	Sum of average temperature	Sowing – Planting	Planting – Planting after 40 days	Planting after 40days – Harvest	Total
Spring ¹⁾	Air	478.5	702.7	699.8	1881.0
(May-Jul)	Soil	-	668.0	672.8	1340.8
Autumn ²⁾	Air	821.2	851.5	526.4	2199.1
(Jul-Oct)	Soil	-	820.5	505.0	1325.5

¹⁾Spring: Sowing (4.16.), Planting (5.18.), Planting after 40 days (6.26.), Harvest (7.30.)

²⁾Autumn: Sowing (6.30.), Planting (7.30.), Planting after 40 days (9.7.), Harvest (10.12.)

Table 3. Comparison of seedling varieties planted on May 18th 2021

Variety	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. leaf (number)	Fresh weight (g)
Leonardo	18.5 a ^z	17.1 a	5.6 b	4.0 b	3.2 ab
Raffaello	15.9 b	15.1 b	5.8 a	4.1 b	3.6 a
Rossini	16.3 b	15.4 b	5.0 d	4.6 a	2.9 bc
Rubro	16.5 b	14.9 b	4.9 d	4.1 b	2.4 d
Vasari	13.2 d	12.3 c	4.6 e	4.3 ab	1.9 e
Botticelli	14.6 c	13.2 c	5.3 c	4.2 ab	2.5 cd
Canaletto	18.7 a	17.8 a	5.4 c	4.1 b	3.0 b

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test $p \leq 0.05$

가을 재배 시 라다치오의 묘소질 특성을 조사한 결과(Table 4) 역시, 초장은 6.4–9.1 cm, 엽장은 4.4–6.2 cm, 엽폭은 2.6–4.2 cm, 엽수는 3.6–4.6개, 생체중은 0.7–1.0 g 범위에서 나타나, 묘의 특성이 품종에 따라서 차이를 보임을 확인할 수 있었다. 반면 잎의 외관은 큰 차이를 보이지 않았다(Fig. 2).

품종별 생육 및 품질 특성

봄 작형에서 구중은 ‘Rossini’ 364.7 g으로 가장 무거웠고, ‘Leonardo’, ‘Rubro’, ‘Botticelli’, ‘Raffaello’가 325.3–343 g으로 비슷했으며, ‘Canaletto’, ‘Vasari’가 274.4–305.8 g으로 가장 낮았다. 구형지수는 ‘Vasari’, ‘Botticelli’

Table 4. Comparison of seedling varieties planted in autumn (on July 30th 2021)

Variety	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. leaf (number)	Fresh weight (g)
Leonardo	8.4 a ²	6.1 a	3.2 b	3.6 c	0.9 ab
Raffaello	6.9 bc	5.2 b	3.0 b	4.6 a	0.9 ab
Rossini	8.5 a	5.0 b	2.8 bc	3.9 bc	0.9 ab
Rubro	6.7 bc	4.4 c	2.6 c	4.3 ab	0.7 c
Vasari	6.4 c	4.8 b	3.2 b	4.4 ab	0.9 bc
Botticelli	7.2 b	5.7 a	4.2 a	3.8 c	1.0 a
Canaletto	9.1 a	6.2 a	3.1 b	3.9 bc	1.0 ab

²Mean separation within columns by Duncan’s multiple range test $p \leq 0.05$

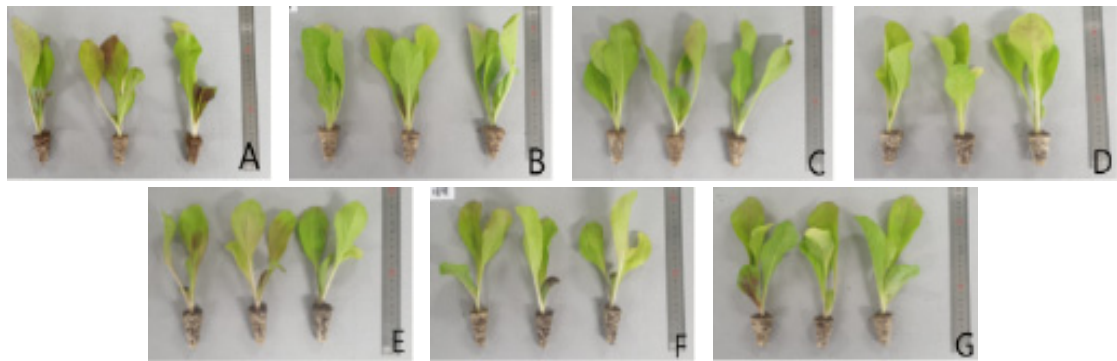


Fig. 1. Photograph of each seedling variety planted in spring (on May 18th 2021). A:‘Leonardo’; B:‘Raffaello’; C:‘Rossini’; D:‘Rubro’; E:‘Vasari’; F:‘Botticelli’; G:‘Canaletto’.

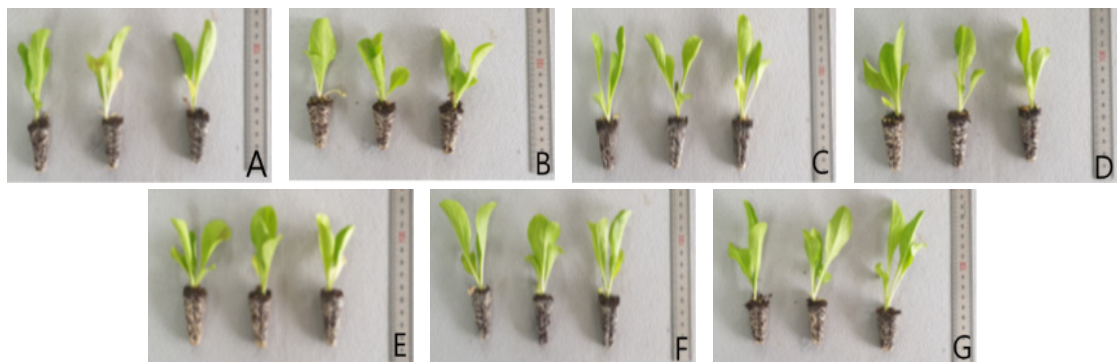


Fig. 2. Photograph of each seedling variety planted in autumn (on July 30th 2021). A:‘Leonardo’; B:‘Raffaello’; C:‘Rossini’; D:‘Rubro’; E:‘Vasari’; F:‘Botticelli’; G:‘Canaletto’.

가 0.9로 편원형이었고, ‘Leonardo’는 1.0으로 완전 원형이었으며, 나머지 품종들은 장타원형이었다. 7개의 품종 중 ‘Rubro’는 가장 큰 구형지수(2.0)를 나타냈다. 엽장과, 엽폭은 ‘Rubro’가 28.2, 13.0 cm로 가장 길었다. ‘Canaletto’와 ‘Rossini’의 엽장은 16.8 – 17.3 cm으로 ‘Rubro’다음으로 긴 엽장을 보였다. 그 이외의 품종의 엽장은 11.5 – 12.8 cm 수준으로 조사되었다. 다음으로 엽폭은 ‘Canaletto’와 ‘Rossini’가 11.6 – 11.8 cm으로 ‘Rubro’다음으로 긴 엽폭을 보였다. 그 이외의 품종의 엽폭은 9.3 – 11.0 cm 수준으로 조사되었다. 엽수의 경우 ‘Botticelli’가 40.7개로 가장 많았으며, ‘Rubro’와, ‘Canaletto’의 엽수는 26.5개와 26.6개로 가장 작았다(Table 5).

가을작형의 품종별 구중은 ‘Canaletto’, ‘Rossini’, ‘Raffaello’, ‘Leonardo’가 356.6 – 376.6 g으로 가장 무거웠으며, 다음으로 ‘Vasari’, ‘Botticelli’ 순이었고, ‘Rubro’가 가장 낮았다. ‘Rubro’의 무게는 시험품종 중 가장 무거운 ‘Canaletto’에 비해 73.7%밖에 미치지 못했다. 구형지수는 ‘Leonardo’, ‘Raffaello’, ‘Vasari’, ‘Botticelli’가 0.9로 편원형이었고, ‘Rossini’는 1.0으로 완전 원형이었으며, ‘Rubro’, ‘Canaletto’는 각각 1.6, 1.2로 장타원형이었다. 엽장은 ‘Rubro’가 18.9 cm로 가장 길었으며, ‘Canaletto’가 15.6 cm로 두 번째였다. 그 이외의 품종의 엽장은 11.2 – 13.4 cm 수준으로 조사되었다. 엽폭은 ‘Canaletto’가 12.7 cm로 가장 길었으며, ‘Rubro’, ‘Leonardo’, ‘Rossini’가 12.0 – 12.2 cm로 두 번째였다. 그 이외의 품종의 엽폭은 10.8 – 11.6 cm 수준으로 조사되었다. 엽수는 ‘Raffaello’가 35.8개로 가장 많았으며, ‘Botticelli’가 34.7개로 두 번째였다. 그 이외의 품종은 22. – 33.2개 수준으로 조사되었다(Table 6).

시험 7품종의 구 특성은 모두 원형(Radicchio di chioggia)으로 보고되었으나(Bejo seeds, 2017), 봄 작형의 ‘Rubro’, ‘Rossini’, ‘Canaletto’ 품종은 장타원의 구 특성으로 조사되었다. 따라서 ‘Rubro’ 등 3품종은 추대가 진행된 것을 확인할 수 있었다. 일반적으로 국내에서 유통되고 있는 라디치오의 크기는 주로 300 g 이상으로, 무게가 많이 나가면 나갈수록 경락가격이 높다. 아울러 가로와 세로의 폭이 같은 구형이 상품성이 높은 것으로 평가받고 있다. 따라서 봄 재배 시 태백지역에서 무게 및 구 형태를 고려한 최적 라디치오 품종은 ‘Leonardo’, ‘Raffaello’, ‘Botticelli’로 조사되었다. 가을 작형의 수확물의 구형지수는 전반적으로 우수했다. 하지만 시험 품종 중 ‘Rubro’는 장타원형이고, 무게가 277.8 g이었기 때문에 출하 시 상품률이 상대적으로 저조하였다.

봄 작형의 품종별 상품률 조사 결과 ‘Leonardo’가 93.3%로 가장 높았고, ‘Vasari’가 91.3%로 두 번째였다. 그 이외의 품종들은 80% 이하의 상품률이 낮은 것으로 조사되었다. ‘Rubro’는 71%가 적색 발현이 원활하지 않았고, 18.9%

Table 5. Spring harvest characteristics of each radicchio variety (on July 30th 2021)

Variety	Head fresh weight (g)	Spherical index (head height/head width)	Head height (cm)	Head width (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. leaf (number)
Leonardo	343.0 b ^c	1.0	10.7 de	10.7 b	12.2 c	10.9 bc	35.4 b
Raffaello	325.3 b	1.1	11.6 d	10.6 b	12.8 c	11.0 bc	37.7 b
Rossini	364.7 a	1.4	15.9 c	11.7 ab	16.8 b	11.6 ab	29.4 c
Rubro	331.0 b	2.0	27.8 a	13.7 a	28.2 a	13.0 a	26.5 d
Vasari	274.4 c	0.9	10.2 e	11.0 b	12.1 c	9.3 c	34.7 b
Botticelli	327.6 b	0.9	9.8 e	10.6 b	11.5 c	10.8 bc	40.7 a
Canaletto	305.8 bc	1.4	17.4 b	12.2 ab	17.3 b	11.8 ab	26.6 d

^aMean separation within columns by Duncan’s multiple range test $p \leq 0.05$

Table 6. Autumn harvest characteristics of each radicchio variety (on October 12th 2021)

Variety	Head fresh weight (g)	Spherical index (head height/head width)	Head height (cm)	Head width (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. leaf (number)
Leonardo	356.6 a ^z	0.9	10.0 d	10.7 a	12.0 d	12.0 ab	31.6 bc
Raffaello	366.1 a	0.9	9.9 d	11.6 a	11.6 de	11.4 bc	35.8 a
Rossini	370.9 a	1.0	11.8 c	11.3 a	13.4 c	12.0 ab	29.9 cd
Rubro	277.8 b	1.6	16.7 a	10.7 a	18.9 a	12.2 ab	22.4 e
Vasari	315.0 ab	0.9	9.3 d	10.5 a	11.2 e	10.8 c	33.2 abc
Botticelli	325.8 ab	0.9	9.3 d	10.9 a	11.5 de	11.6 bc	34.7 ab
Canaletto	376.6 a	1.2	13.4 b	11.4 a	15.6 b	12.7 a	27.8 d

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test $p \leq 0.03$

가 추대되었으며 9.1%가 병징이 나타났다. 그리고 ‘Canaletto’는 90%가 적색 발현이 원활하지 않았고, 10%에서 병징이 나타나 이들 품종의 상품률은 0%로 나타났다. 그 이외에도 ‘Rossini’는 65% 정도가 추대되어 상품률이 많이 낮았고, ‘Raffaello’는 49.4%에서 병징이 나타났는데, 군 분리를 통한 동정 결과 균핵병으로 밝혀졌다(Table 7, Fig. 3). 균핵병의 증상으로는 무름병과 비슷하게 나타나는데, 식물의 뿌리 조직이 부패가 되어 식물 전체가 시드는 증상을 보였다. 이 병은 주로 고온다습한 조건에서 근권부위에 많이 발생하였다(Tu, 1997). 이는 작물의 생육 후기가 됨에 따라 식물체의 잎이 무성해지고 근권부위와 대기의 공기순환이 잘 이뤄지지 않았기 때문에 병 발생이 많아진 것으로 추정되었다(Koh et al., 2019). 또한 ‘Raffaello’에서 많이 발생했는데, 이 품종은 특히 ‘Leonardo’ 등 6품종에 비해 균핵병에 대한 감수성이 높았다.

‘Leonardo’, ‘Vasari’는 정식초기의 저온과 생육후기의 고온다습 조건에 강하여 생육이 원활하였고, ‘Raffaello’등 5품종에 비하여 추대반응이 더딘 만생종 품종으로 판단되었다. 상기에 제시된 결과는 기존의 칠레에서 수행한 라디치오 적품종 선발 시험의 결과와 매우 유사한 것이다(Ricardo et al., 2016). Ricardo (2016)는 ‘Leonardo’ 등 11품종을 대상으로 칠레의 Central 지역에서 품종 선발 시험을 수행하였으며, ‘Leonardo’가 수량과 품질에서 가장 우수한 결과를 나타내는 것을 도출하였다. ‘Rubro’와 ‘Canaletto’는 서늘한 유럽의 기후에서는 원형의 적색 라디치오가 생산되었으나(Bejo seeds, 2017), 우리나라의 고온다습한 여름의 조건에서는 안토시아닌 발현이 잘 이뤄지지 않은 것으로 보인다(Islam, 2019). 따라서 이 품종은 봄 재배에 적합하지 않다고 판단되었다.

라디치오의 주된 특징은 적색의 잎이기 때문에 ‘Raffaello’과 ‘Rossini’는 단면 내부의 속잎이 노란색으로 발현되어 품질이 떨어졌다. 또한 ‘Rubro’와 ‘Canaletto’는 결구가 원활하지 않으며 적색이 거의 발현되지 않았기 때문에 상품성이 없었다(Fig. 3). Gazula (2005)는 라디치오에 있어 적색은 단순히 내수시장 뿐만이 아니라, 수출시장에 있어서도 경쟁력 여부를 판단하는 핵심 지표로써 제시한 바 있다. 본 실험 결과 ‘Leonardo’, ‘Vasari’ 그리고 ‘Botticelli’는 구형이고 적색발현이 잘 이뤄졌기 때문에 상품성 있는 라디치오의 모습으로 판단되었다. 고온기에 성장하는 봄 재배는 결구되는 잎의 안토시아닌 발현이 잘 되지 않을 수 있는데(Islam, 2019), ‘Leonardo’는 잎의 안토시아닌 발현 또한 우수했다.

가을 작형의 상품률은 ‘Leonardo’가 84.4%로 가장 높게 조사되었고, ‘Vasari’가 82.3%로 두 번째였다. 그 이외에 품종들의 80% 이하로 낮게 조사되었다. 그중 ‘Rubro’와 ‘Canaletto’는 봄 작형에서와 마찬가지로 0%의 상품률을 보

Table 7. Comparison of quality characteristics of each radicchio variety in the spring harvest (on July 30th 2021)

Variety	Product rate (%)	Non-product rate (%)				
		Total	Immature or small head	No color fading	Bolting	Disease
Leonardo	93.3	6.7	3	-	-	3.7
Raffaello	50.6	49.4	-	-	-	49.4
Rossini	17.1	82.9	12	-	65	5.9
Rubro	0	100	-	71	18.9	9.1
Vasari	91.3	8.7	4.7	-	-	4
Botticelli	77.2	22.8	10.8	-	-	12
Canaletto	0	100	-	90	-	10

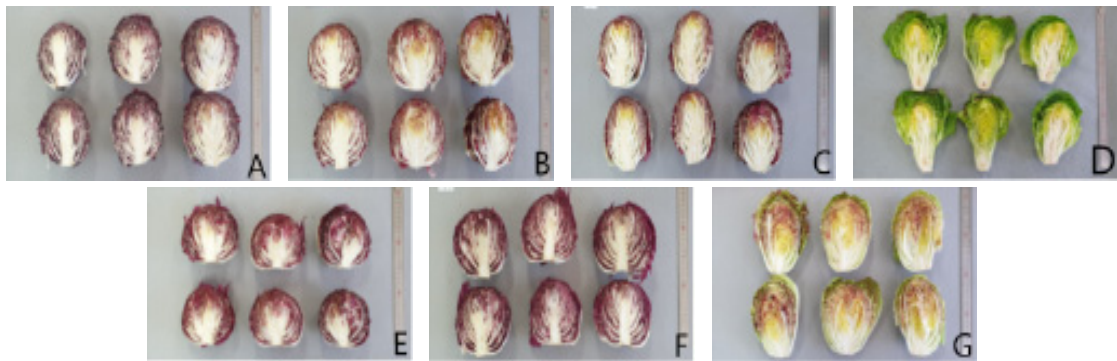


Fig. 3. Photograph of each radicchio variety at spring harvest (on July 30th 2021). A: 'Leonardo'; B: 'Raffaello'; C: 'Rossini'; D: 'Rubro'; E: 'Vasari'; F: 'Botticelli'; G: 'Canaletto'.

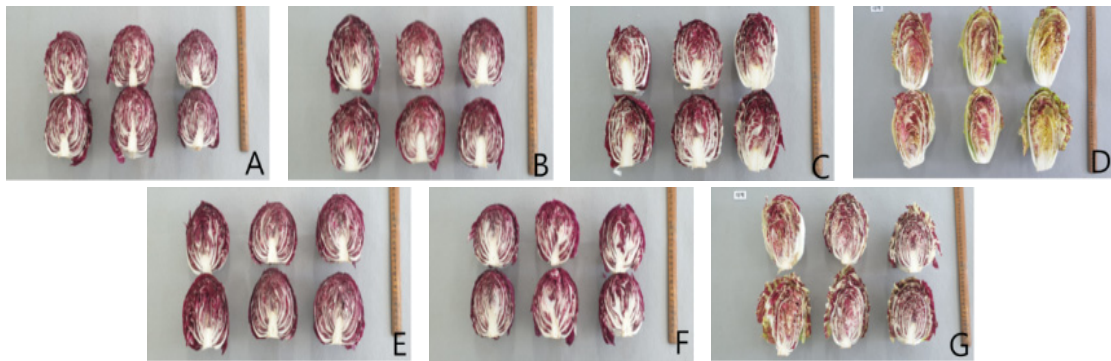
였다. 'Rubro'의 95%는 적색 발현이 원활하지 않았고, 4.3%가 추대되었으며 0.7%가 병에 걸렸다. 그리고 'Canaletto'는 93.2%가 적색 발현이 원활하지 않았고, 4.5%가 추대되었으며, 2.3%가 병에 걸렸다. 그 이외에도 'Botticelli'는 44.7%가 미숙하였고, 'Raffaello'는 19.9%가 미숙하였고, 20.1%가 병징이 발견되었다(Table 8).

수확물에 대한 상품률 조사 결과 'Botticelli', 'Raffaello', 'Vasari', 'Leonardo' 그리고 'Rossini'에서는 미숙 또는 소과가 많이 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 이는 고온다습한 조건에 정식하게 됨으로써, 초반 활착이 불량해져 많이 발생한 것으로 추정되었다(Kasper and McMichael, 1992). 이와 함께 결구가 시작되는 정식 후 40일부터 저온이 시작됨에 따라 원활한 생육이 이루어지지 못한 것도 하나의 원인으로 판단된다. 특히 'Rubro'와 'Canaletto'의 경우 봄 작형에 비교 시 적색 발현이 많이 되는 양상이 관찰되었는데(Fig. 4), 이는 상대적으로 결구시기에 노출되었던 저온에 의해서 안토시아닌 발현이 더 잘 이뤄졌기 때문으로 판단된다(Mori et al., 2003.). 하지만 상품성에 미치지 못하였기 때문에 해당 품종들은 가을 작형에도 적절하지 않는 것을 확인할 수 있었다. 'Botticelli', 'Rossini', 'Canaletto' 그리고 'Rubro'는 추대가 많이 발생하여 고랭지에서 재배 시 추대 반응이 빠르게 나타나는 것으로 판단되었다. 가을 작형 시험 과정 중 발생한 병은 봄 작형과 마찬가지로 모두 균핵병이었다. 'Raffaello' 품종은 봄 작형에서도 49.4% 발생하였는데 가을 작형에서도 다른 품종보다 높은 20.1%의 빈도로 균핵병이 발생하여 균핵병에 대한 감수성이 높다고 판단되었다. 따라서 'Leonardo'와 'Vasari'는 정식초기의 고온과 생육 후기의 저온조건에 강해 생육이 원활하였고, 'Raffaello' 등 5품종에 비하여 상품률과 구 외관이 우수하여 고랭지 재배용 품종으로써 적절하다고 판단되었다.

봄 재배 작형에서, 밝기를 나타내는 L* 값은 'Canaletto'에서 58.3으로 가장 높게 조사되었다(Table 9). L* 값이 두

Table 8. Comparison of quality characteristics of each radicchio variety in the autumn harvest (on October 12th 2021)

Variety	Product rate(%)	Non-product rate (%)				
		Total	Immature or small head	No color fading	Bolting	Disease
Leonardo	84.4	15.6	10.3	-	0.8	4.5
Raffaello	57.8	42.2	19.9	-	2.2	20.1
Rossini	80.8	19.2	9.7	-	5.8	3.6
Rubro	0	100	-	95	4.3	0.7
Vasari	82.3	17.7	15.5	-	1.5	0.7
Botticelli	45.0	65.0	44.7	-	8.0	2.2
Canaletto	0	100	-	93.2	4.5	2.3

**Fig. 4.** Photograph of each radicchio variety at autumn harvest (on October 10th 2021). A: 'Leonardo'; B: 'Raffaello'; C: 'Rossini'; D: 'Rubro'; E: 'Vasari'; F: 'Botticelli'; G: 'Canaletto'.

번째로 높은 품종은 'Rubro'로써 42.6이었고, 다른 품종들의 L* 값 동일한 수준으로 조사되었다. a* 값은 'Rossini', 'Leonardo', 'Raffaello', 'Vasari' 그리고 'Botticelli'가 30.2 - 34.6으로 가장 높은 수준을 나타내었고, 다음으로 'Canaletto'와 'Rubro'에서는 상대적으로 낮은 수치가 조사되었다. b* 값은 'Canaletto'가 33.3으로 가장 높았으며 'Rubro'의 경우 27.7로 두 번째로 높았다.

무게(Table 5)와 상품률 조사(Table 7) 그리고 재식간격(90 × 30 cm)을 토대로 10 a당 예상수량을 조사한 결과 'Leonardo'가 1,170 kg으로 공식 품종 중 가장 높게 나타났다. 'Botticelli'의 경우 968 kg로 두 번째로 높은 수량성을 보였고, 'Vasari', 'Raffaello' 그리고 'Rossini' 순으로 높은 생산성을 나타내었다. 'Rubro'와 'Canaletto'의 경우에는 수확물의 적색 미발현과 추대로 인해 상품성이 없었기 때문에 상품수량은 0 kg으로 조사되었다(Fig. 5).

가을 재배 작형에서 측정된 수확물 잎의 L*값은 'Rubro'가 36.9로 가장 높았다. 두 번째는 'Canaletto', 'Botticelli'가 29.4 - 30.0이었고, 나머지 품종들은 비슷한 수치를 나타내었다. a* 값은 'Botticelli'가 34.2로 가장 높았지만 다른 품종들과 통계적인 차이는 없었다. b* 값은 'Rubro'에서 14.2로 가장 높았으며, 두 번째는 'Canaletto'가 11.9이었다. 'Rossini', 'Raffaello'는 7.7 - 8.1이었고, 그 이외의 품종들은 2.1 - 5.6으로 조사되었다(Table 10).

가을 작형에서 10 a당 예측된 수량의 경우 'Leonardo'에서 1,102 kg으로 조사되어 시험품종 중 가장 많았다. 'Rossini'가 1,097 kg으로 두 번째로 높은 수량성을 나타내었으며 'Vasari'는 945 kg, 'Raffaello'는 777 kg, 'Botticelli'는 537 kg 수량성을 나타내는 것으로 조사되었다. 'Rubro'와 'Canaletto'는 봄 작형과 유사하게 적색 미발현으로 인하여 상품수량이 0 kg으로 조사되었다(Fig. 6).

Table 9. Comparison of chromatic differences between each radicchio variety at spring harvest (on July 30th 2021)

Variety	Chromatic difference			hue ^y
	L*	a*	b*	
Leonardo	25.8 c ^z	30.2 a	6.8 c	0.22
Raffaello	29.0 c	31.8 a	8.4 c	0.26
Rossini	27.9 c	34.6 a	8.0 c	0.25
Rubro	42.6 b	-16.1 c	27.7 b	-1.04
Vasari	28.6 c	30.8 a	7.5 c	0.24
Botticelli	27.4 c	33.0 a	1.9 d	0.06
Canaletto	58.3 a	-0.3 b	33.3 a	-1.57

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test $p \leq 0.05$

^yMean is arctan (b*/a*)

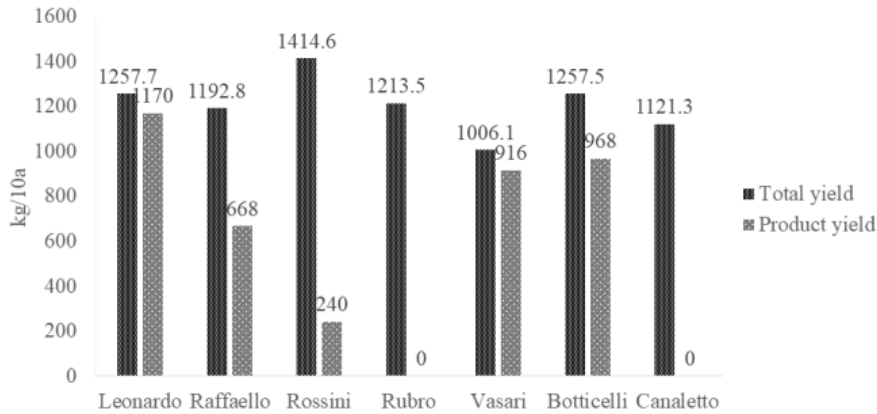


Fig. 5. Yield comparison by radicchio variety (kg/10 a) at spring harvest.

이처럼 모든 지표를 고려했을 때 봄 작형과 가을 작형의 가장 큰 차이는 온도라고 판단되었다. 봄 작형의 경우 결구가 진행되기 시작하는 정식 후 40일부터 수확일인 정식 후 75일까지의 기온 적산온도가 699.8°C로 온도가 높아 결구가 원활치 않고, 잎의 적색 발현 또한 저조하였다. 반면 가을 작형의 결구시기의 경우엔 적산온도가 526.4°C로 상대적으로 온도가 서늘하여 결구가 원활하게 잘 진행되었고, 잎의 적색발현 또한 원활하였다. 시험품종들 중 특히 ‘Raffaello’, ‘Rossini’, ‘Rubro’, ‘Canaletto’의 품종에서 위와 같은 특징을 보였다.

실제 고랭지에서 봄 작형 또는 가을 작형으로 이용해야 하는 품종은 ‘Leonardo’가 가장 우수할 것으로 판단되었다.

적요

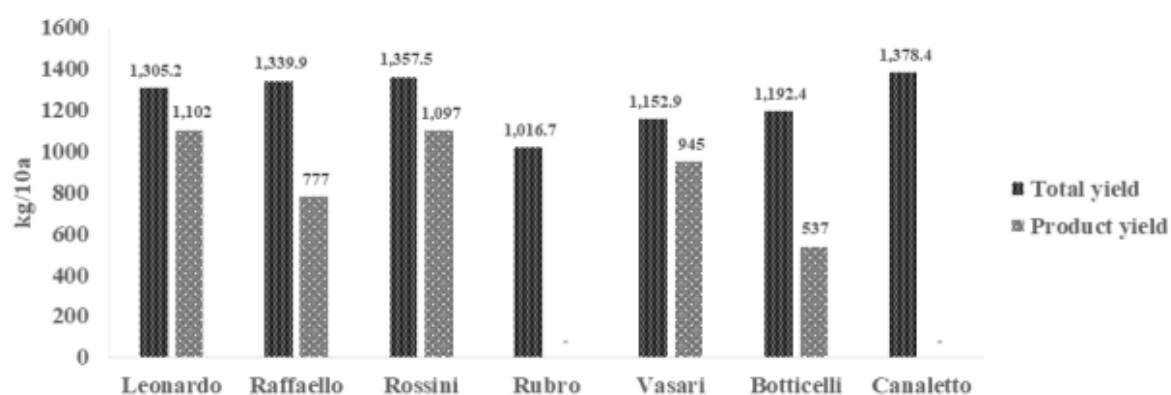
본 실험은 강원도의 새로운 유망작목 발굴을 위한 과정으로써 고랭지에서 라디치오의 기초 적응력과 품종 선발을 위한 기본자료를 얻기 위해서 수행하였다. 실험은 2021년에 태백시 원동(고랭지, 해발 800 m)의 노지포장에서 진행하였고, 봄(봄 정식-여름 수확)과 가을(여름 정식-가을 수확), 2작기 실험을 진행하였다. 공시 품종으로는 유럽과 미국에서 많이 재배되고 있는 ‘Leonardo’, ‘Raffaello’, ‘Rossini’, ‘Rubro’, ‘Vasari’, ‘Botticelli’, ‘Canaletto’였다. 육묘는 각각 128공 플러그 트레이에 파종하여 약 30일 후, 본포에 정식하였고, 정식 후 약 75일이 되었을 때 일시에 수확하여 품종별 구 특성 차이를 조사하였다. 구중, 구형지수, 예측수량 등을 조사하였으며, 2작기 모두 동일하게 진행하

Table 10. Comparison of chromatic variations between different radicchio varieties at autumn harvest (on October 12th 2021).

Variety	Chromatic difference			hue ^y
	L	a	b	
Leonardo	23.9 c ^z	29.0 a	5.6 d	0.19
Raffaello	22.9 c	30.9 a	8.1 c	0.26
Rossini	23.8 c	29.0 a	7.7 c	0.26
Rubro	36.9 a	28.7 a	14.2 a	0.46
Vasari	23.4 c	30.7 a	5.4 d	0.17
Botticelli	29.4 b	34.2 a	2.1 e	0.06
Canaletto	30.0 b	29.2 a	11.9 b	0.39

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test $p \leq 0.05$

^yMean is arctan (b/a)

**Fig. 6.** Yield comparison by radicchio variety (kg/10 a) at autumn harvest.

였다.

시험결과, 봄 작형 수확물들이 전반적으로 추대가 진행되었으며, 이는 저온조건에서 화아분화되고 고온조건에서 추대되는 치커리의 화아분화 기작과 일치하였다. 게다가, 결구시기의 높은 지온으로 인하여 안토시아닌 합성이 잘 되지 않아, 봄 작형 수확물의 품질이 떨어졌다. 재배시기 및 품종별 구 조사 결과, 봄 작형의 상품률 조사 결과 ‘Leonardo’가 93.3%로 가장 높았고, 구형지수도 1.0으로 우수하였다. 구중은 ‘Rossini’가 364.7 g으로 가장 무거웠고, 두 번째로 ‘Leonardo’가 343 g이었다. 이를 통한 단위면적당 예측수량 결과 ‘Leonardo’가 1,170kg/10 a로 시험 품종들 중 가장 우수했다. 가을 작형의 상품률 조사 결과 ‘Leonardo’가 84.4%로 가장 높았고, 구형지수도 0.9로 우수하였다. 구중은 ‘Canaletto’가 376.6 g으로 가장 무거웠지만 ‘Leonard’, ‘Raffaello’, ‘Rossini’와 통계적으로 같았다. 이를 통한 단위면적당 예측수량 결과 1,102 kg/10 a로 시험품종들 중 가장 우수했다.

따라서 고랭지 지역에서 라다치오에 있어서, 봄과 가을 작기 모두 시험품종들 중 ‘Leonardo’가 가장 우수할 것으로 판단되었다.

사사

본 결과물은 강원도농업기술원 고랭지 농업 안정생산 기술 개발 재원으로 수행됨

인용문헌(References)

- Bejo seeds (2017) bejoitalia.it/radicchio-di-chioggia.
- Clifford, Michael N. (2000) 'Anthocyanins - nature, occurrence and dietary burden', JOURNAL OF THE SCIENCE OF FOOD AND AGRICULTURE.
- D'Evoli, L., Tarozzi, A., Hrelia, P., Lucarini, M., Cocchiola, M., Gabrielli, P., Franco, F., Morroni, F., Cantelli-Forti, G., Lombardi-Boccia, G. (2011) 'Influence of cultivation system on bioactive molecules synthesis in strawberries: spin-off on antioxidant and antiproliferative activity'. J Food Sci 75:C94-9.
- Dennis R. Decoteau (1999) Chapter 18 Leafy salad crops: 263.
- Gazula, A., Kleinhenz, M., Streeter, J., Miller, A. (2005) Temperature and cultivareffects on anthocyanin and chlorophyll b concentrations in three related LolloRosso lettuce cultivars. HortScience 40:1731-1733.
- Innocenti, M., Gallori, S., Giaccerini, C., Ieri, F., Vincieri, F. F., Mulinacci, N. (2005) "Evaluation of the phenolic content in the aerial parts of different varieties of Cichorium intybus L." In, 6497.
- Islam, M. Z., Lee, Y. T., Akter, M. M., Choi, I. L., Kang, H. M. (2019) 'The Effect of Phosphorus and Root Zone Temperature on Anthocyanin of Red Romaine Lettuce', Agronomy 47.
- Kasper, T., McMichael, B. (1992) Soil Temperature and Root Growth. ACADEMIA.
- Koh, S., Ahn, J. J., Choi, K. S. (2019) Stem rot of Hooker chives(*Allium hookeri*) Caused by *Athelia rolfsii* and Disease Occurrence Characteristics according to Temperature. Hort Sci Technol 37:183.
- Lucchin, M., Varotto, S., Barcaccia, G., Parrini, P. (2008) 'Chicory and Endive.' in Jaime Prohens and Fernando Nuez (eds.), Vegetables I: Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, and Cucurbitaceae (Springer New York: New York, NY).
- MAFRA (2021) Uni.agrix.go.kr.
- Mori, K., Sugata, S., Gemma, H. (2003) Regulatory Mechanism of Anthocyanin Biosynthesis in 'Kyoho' Grape Berries Grown under Diffrent Temperature Conditions. Environ Control in Biol 42:21-30.
- Park, K. W. (2018) Western vegetables. 128:128-133.
- Ricardo, P., Bravo, R., Silva, P. (2016) 'Radicchio (*Cichorium intybus* l.) variety selection for the Chilean central area', Scientia Horticulturae 198:197-206.
- Suhonen, I. (1991) Growth, bolting and yield quality of radicchio rosso. Sci Hort 46:25-31.
- Tavarini, S., Degl'Innocenti, E., Pardossi A., Guidi, L. (2007) 'Biochemical aspects in two minimally processed lettuces upon storage'.
- Trade map (2021) ITC. Income chiocory(excluding wiltloof chicory) <https://trademap.org>
- Tu, J. C. (1997) An integrated of white mold (*Sclerotinia sclerotiorum*) of beans, with emphasis on recent advances in biological control. Bot Bull Acad Sin 38:73-76.