

봄감자 재배기간이 가을감자 품종의 생육, 수량 및 가공품질에 미치는 영향

이규빈¹, 최장규¹, 권도희¹, 이재연¹, 이희태¹, 진용익^{2*}

¹농촌진흥청 국립식량과학원 고령지농업연구소, 연구사, ²연구관

Effect of Spring Potato Cultivation Period on Growth, Yield and Processing Quality of Autumn Potato Cultivars

Gyu Bin Lee¹, Jang Gyu Choi¹, Do Hee Kwon¹, Jae Youn Yi¹, Hee Tae Lee¹ and Yong Ik Jin^{2*}

¹Researcher and ²Senior Researcher, Highland Agriculture Research Institute, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Pyeongchang 25342, Korea

Abstract - In Korea, potatoes have served as a side dish, but their role as snacks, such as chips or French fries, has recently gained traction. While there is a high demand for processing potatoes, there remains a dearth of research on the impact of double cropping, particularly during autumn, on processing quality. Therefore, this study was conducted to determine the effects of different spring potato cultivation periods on growth, yield, and processing quality during autumn cultivation. Following spring planting, harvest was carried out four times: 70 days, 80 days, 90 days, and 100 days. Subsequently, autumn cultivation was carried out in Gangneung and Seocheon regions using these seed potatoes. Results showed an increase in above-ground emergence rate with shorter spring growing period. When seed potatoes with a spring cultivation period of 80 and 90 days were grown in the autumn in the Gangneung region, the stem length was 47.2 to 48.9, which was greater than that of other treatments. However, stem number and leaf color (SPAD) showed no significant differences across cultivation periods. The number of tubers, tuber weight, yield, and marketable yield did not vary significantly with cultivation periods but described clear cultivar dependent differences. The tuber weight of the Saebong cultivar in Gangneung and the Eunseon cultivar in Seocheon was superior. The starch content peaked at 7.9% when seed potatoes grown for 80 days in the spring were harvested after autumn cultivation in the Gangneung region, but there was no significant differences in the Seocheon region. Glucose content showed a clear difference depending on the cultivation period, increasing with longer spring cultivation period during autumn cultivation. In conclusion, as a result of the effect of the spring potato cultivation period on the growth, yield, and processing quality of tubers when cultivating potatoes in double-cropping, the differences depending on the cultivation period were insignificant, while cultivar-based disparities were pronounced. The Eunseon cultivar exhibited robust above-ground growth and yield, while the Saebong cultivar demonstrated excellent processing quality.

Key words – Chip color, Double cropping, Emergence rate, Glucose, Tuber number

서 언

감자(*Solanum tuberosum* L.)는 가지과 작물로 중남미 대륙의 안데스 산맥(해발고도 3,000 m) 지대가 원산지로서 알려져 있다. 세계적으로 중요한 식량작물 중 하나인 감자는 지난 10년간 연 평균 생산량이 367 MT으로 쌀, 밀 다음으로 생산량이 많은

작물이고 평균 재배면적은 17.7 백만 ha이다(FAO, 2021). 국내에서 감자가 재배되는 면적은 2만 3,600 ha이며, 생산량은 55.3만 MT으로 쌀 다음으로 생산이 많이 되고 있는 중요한 작물이다(FAOSTAT, 2021).

우리나라에서는 햇감자를 선호하는 소비자들의 기호에 따라 주작형인 봄재배 외에도 고령지에서의 여름재배, 평안지 가을재배와 함께 시설을 이용한 겨울시설재배 등으로 작형이 다양하게 분화되어 각각 봄재배 63%, 여름재배 16%, 가을재배 14%,

*교신저자: E-mail pyoddae@korea.kr

Tel. +82-33-330-1600

© 본 학회지의 저작권은 (사)한국자원식물학회에 있으며, 이의 무단전재나 복제를 금합니다.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

그리고 겨울시설재배가 7%를 차지하고 있다(Cho *et al.*, 2020; Park *et al.*, 2019). 2기작용 감자 품종은 가을 서리가 늦은 남부 지방에서 6월 중순 수확한 감자를 8월 중하순경 다시 파종하기 때문에 휴면기간이 50~60일 정도로 짧아야 하고, 가을철 재배 기간이 짧은 점을 고려하여 생육이 빠른 조생종이 유리하다(Cho *et al.*, 2012; Choi *et al.*, 2021).

감자는 탄수화물뿐만 아니라 비타민 C 등 영양소가 풍부하여 국내에서는 주로 반찬이나 부식으로 이용해 왔지만, 최근에는 칩이나 프렌치프라이 등 스낵이나 간식으로 이용이 증가하고 있다(Kwon *et al.*, 2014). 감자는 품종 간의 특성 차이로 용도에 따라 식용과 가공용으로 나뉘며, 현재 국내에서 식용품종으로는 ‘수미(Superior)’, 가공용 품종으로는 ‘대서(Atlantic)’가 잘 알려져 있다. 국산 품종 감자의 국내 가공시장 점유율을 높이기 위하여 농촌진흥청 국립식량과학원 고령지농업연구소에서는 ‘새봉(Saebong)’, ‘은선(Eunsun)’, ‘금나루(Geumnaruru)’ 등의 신 품종 개발에 노력을 기울이고 있다(Lee *et al.*, 2017).

감자의 가공 용도는 크게 냉동감자(French fry), 감자칩(potato chip), 그리고 감자전분(potato starch) 등으로 분류할 수 있다. 국내에서 생산되는 감자 중 가공용 감자는 거의 전량이 수입냉동감자로 대체되고 있는 실정이다. 그러나 가공품의 품질향상을 위해서는 생감자 이용이 중요하다. 감자 가공품의 생산이 확대되면서 가공이 가능한 좋은 품질의 감자 수요가 급격히 증가하는 추세에서 원료의 생산 및 공급의 예측과 생산된 감자의 저장이 적절치 못하여 가공용 생감자의 부족이 반복되고 있다(Park *et al.*, 2003).

일반적으로 괴경의 성숙 정도는 괴경의 생리적, 형태적 특성에 의해 결정된다(Rappaport and Wolf, 1969). 씨감자가 토양에 심겨진 일정기간 후 형성된 괴경은 비대기에 이르러 초기에는 주로 저장유조직의 분열에 의해, 그리고 어느 정도 시기가 지난 후에는 세포의 비대에 의하여 부피생장을 하게 된다(Reeve *et al.*, 1973). 괴경의 성숙정도에 따라 괴경조직의 특성, 내부성분 함량 및 생리적 활성 등에 차이가 있을 수 있으며(Franklin

and Hamberg, 1980), 특히 수확시기를 달리했을 때는 그 정도 차이가 더욱 심하게 나타날 수 있다(Park *et al.*, 1997).

감자 괴경을 이용하여 칩(chip)이나 프렌치 프라이(French fry) 등과 같은 가공제품 제조 시 제품의 상품성은 외관상 색깔, 맛, 풍미, 질감 등에 의해 결정되며, 이러한 품질결정 요인들은 건물물, 비중, 전분 등으로 표현되는 괴경의 충실도와 당함량 등에 의해 좌우된다. 이렇게 가공품질에 영향을 미치는 괴경의 특성은 유전적인 요인과 재배환경 요인에 의해 결정되며, 특히 유전적인 요인인 품종과 괴경의 성숙도는 가공품질에 결정적인 영향을 미친다(Jeong *et al.*, 1993). 가공용 감자는 전분의 함량이 높아야 가공 후 제품의 품질이 우수하다고 알려져 있다. 감자 괴경의 전분 함량이 많으면 건물중이 높고, 비중이 커지는데, 건물 함량은 품종, 재배지역, 기후, 저장조건 등에 따라 달라진다(Cho *et al.*, 2011; de Freitas *et al.*, 2012).

가공원료용 생감자를 사용하여 감자를 가공하는 것에 대한 수요는 높지만 봄에 수확한 감자를 2기작으로 특히 가을에 재배하였을 때 가공품질이 어떻게 달라지는 지에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 봄감자 재배기간을 달리한 씨감자를 이용하여 가을에 재배하였을 때 감자의 생육과 수량 및 가공품질에 미치는 영향을 구명하고자 수행하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 재배조건

본 연구는 2022년 3월부터 12월까지 수행되었으며, 시험에서 이용된 포장은 강원도 강릉시 사천면에 위치한 시험포장(37°50'09.9"N 128°52'11.5"E)과 충남 서천군 서면에 위치한 시험포장(36°10'17.3"N 126°34'26.3"E)이다. 시험 품종은 가공용 2기작 품종인 ‘새봉’(Choi *et al.*, 2021), ‘은선’(Cho *et al.*, 2017), ‘금나루’를 이용하였다(Table 1). 봄재배는 강릉 시험포장에서 수행하였으며, 파종 일자는 2022년 3월 16일 이었고 수확은 70일차, 80일차, 90일차, 100일차로 총 4번에 걸쳐 하였

Table 1. Intrinsic and processing characteristics of potato cultivars ‘Saebong’, ‘Eunseon’, and ‘Geumnaruru’ used in cultivation tests.

Cultivar	Maturity	Year	Disease Resistance		Usage	Dormancy (days)	Specific Gravity	Starch (%)	Viscosity	Chip brightness (1~100)
			Late Blight	Potato virus Y						
Saebong	Early	2010	Mid.	Strong	Processing	50~60	1.087	15.4	Dry	68
Eunsun	Mid.	2016	Mid.	Mid.	Processing	60~70	1.076	13.1	Moist	65
Geumnaruru	Early	2020	Mid.	Mid.	Processing	60~70	1.082	14.4	Mid.	69

Table 2. Growing area, sowing date, harvest date and mulching status according to potato cultivation type in 2022.

Cultivation type	Growing area (GPS)	Sowing date	Harvest date (day after sowing)				Mulching
Spring	Gangneung (37°50'09.9"N 128°52'11.5"E)	3. 16.	5.25.	6.7.	6.17.	6.27.	Black PE film
			(70 days)	(80 days)	(90 days)	(100 days)	
Autumn	Gangneung (37°50'09.9"N 128°52'11.5"E)	8. 17.	11. 14.				None
			(90 days)				
	Seocheon (36°10'17.3"N 126°34'26.3"E)	8. 22.	11. 30.				Black PE film
			(101 days)				

다. 가을재배는 각각 강릉과 서천에서 수행하였는데, 강릉은 8월 17일에 파종해서 90일차인 11월 14일에 수확하였고, 서천은 8월 22일에 파종하여 101일차인 11월 30일에 수확하였다 (Table 2).

봄재배는 고려지농업연구소의 대관령 망실 포장에서 생산된 기본식물을 씨감자로 이용하였다. 씨감자는 저온저장고에서 출고 한 뒤 적정 온도(15~18℃)와 습도(80~90%)를 유지한 그늘(11~20 μmol m⁻² S⁻¹)에서 25일간 싹을 틔웠다(Chang *et al.*, 2020). 맹아가 5~10 mm 가량 출현하였을 때 씨감자 절편 1개의 무게가 30~40 g 내외가 되도록 절단하고 절단면을 잘 아물게 한 후 파종에 사용하였다. 가을재배는 봄재배에서 순차적으로 수확된 30~60 g 크기의 통씨감자를 이용하였으며, 봄재배에서와 같은 방식으로 싹을 틔워 파종하였다. 강릉 봄재배와 서천 가을재배는 흑색 PE 필름으로 멀칭하였고(Choi and Jung, 2017), 강릉 가을재배는 무멀칭으로 재배하였다. 이외 모든 재배관리는 농촌진흥청 감자 표준재배법에 준하여 수행하였다(RDA, 2018).

지상부 생육 및 괴경 수량 조사

지상부 생육은 출현율(%), 경장(cm/주), 경수(개/주), 엽색(SPAD)을 조사하였는데, 가을재배 시 식물체 10주를 3반복으로 측정하였다. 출현율은 지상으로 싹이 출현한 개수를 총 파종수로 나누어 계산하였고, 경장은 파종 후 60일 차에 주경의 지면에서 최상단절 끝까지 길이를 측정하였다. 경수는 수확 시 모서에서 나온 줄기 수를 측정하였고, 엽색은 SPAD-502 chlorophyll meter (Minolta Co., Ltd, Japan)을 사용해 신초에서 2~3번째 잎의 정중앙을 측정하였다.

봄재배 재배기간에 따른 가을재배 수량성을 알아보기 위해

괴경수(개/주), 괴경중(g/주), 괴경수량(톤/ha), 상서수량(톤/ha), 괴경수량분포 비율(%)을 감자연구조사분석기준(RDA, 2016)에 의해 조사하였다. 주당 괴경수는 식물체 10주의 괴경을 3반복으로 실험용 전자저울(AX2202KR/E, OHAUS Cor., USA)로 무게를 측정하여 주당 평균값을 산출하였다. 괴경 수량은 주당 생산된 괴경의 수를 활용하여 면적(ha)당 총 수확량을 산출하였다. 또한 상서수량을 알아보기 위해 총수량 중 80 g 이상의 상품성 있는 건전한 괴경의 무게를 계산하여 표시하였다. 괴경수량 분포는 감자를 80 g 이하, 80~150 g, 150~250 g, 250 g 이상으로 나누어 그 비율을 계산하였다.

괴경 가공품질 조사

가을재배 감자의 가공품을 알아보기 위해 비중(Specific gravity), 건물률(%), 전분함량(%), Glucose (mg·100g⁻¹) 함량, 칩 색도(L value)를 조사하였다. 괴경의 비중은 최종 수확 시 Kleinkopf *et al.* (1987)의 방법을 준용하여 공기중 괴경 무게를 측정 후 수중에서 무게를 측정하여 다음의 식으로 계산하였다. “비중 = 공기중 무게 / (공기중 무게 - 수중 무게)”.

건물률(%)은 잘게 썬 감자를 영하 80℃의 초저온냉동고에 24 시간 동안 보관한 후, 진공동결건조시스템(PVTFD 20R, Il Shin Co. Ltd., Korea)으로 건조시켜 건조 전 무게에 대한 건조 후 무게의 백분율로 나타내었다(Chang *et al.*, 2011).

전분 함량(%)은 Huang *et al.* (2015)의 방법을 변형하여 측정하였다. 감자를 흐르는 물에 씻고 껍질을 제거한 후 4등분해 0.05% (w/v) 아황산수소소듐(sodium bisulfite) 용액에 10분간 침지시켰다. 10분 후 용액과 감자를 믹서기에 충분히 갈아 150 mesh 체에 걸러 전분유와 감자 부산물을 분리하였다. 체를 통과한 전분유는 3,500 rpm에서 10분간 원심분리 하였으며 백색

의 전분만이 얻어질 때까지 반복하였다. 백색의 전분을 45°C 건조 오븐(dry oven)에 넣고 48시간동안 건조시킨 후 그 무게를 재어 전분 함량을 나타내었다.

Glucose 함량은 측정 범위가 10~600 mg/dL인 혈당측정기 (Accu-CHEK Guide, Sanmina Cor.)을 이용하여, 동일한 부위에서 cork borer를 사용하여 직경 1.0 cm, 깊이 1.0 cm 크기의 원통형 감자 조직을 절취한 후, 즙액기로 즙을 짜내 당 함량을 산출하였다. 감자 칩의 색도를 측정하기 위해 감자를 슬라이서 (shred knife)를 이용하여 1~2 mm 두께로 잘라, 이를 180~190°C 식용유에서 기포가 거의 발생치 않을 때까지 튀긴 후 색차계 (Minolta Colorimeter CR-410, Japan)을 이용하여 color 표현 시스템 중 Hunter L 값을 측정하였다.

통계분석

본 실험은 봄재배 및 가을재배 시 처리구를 난괴법으로 배치하였고, 처리구별로 각각 3반복으로 수행되었다. 처리에는 3개의 품종이 포함되어 있다. 통계 분석은 SPSS v25 (Statistical Package for Social Science, IBM, USA) 및 MS Excel (Microsoft, USA) 프로그램을 사용하여 수행되었다. 조사 항목의 처리간 유의성 분석은 이원분산분석으로 평가하였다(p < 0.05).

결과 및 고찰

재배 환경 및 토양 특성

재배 시기, 지역 및 시험 수행기간 동안의 기온(°C), 습도(%), 지온(°C), 토양수분함량(%), 일사량(MJ/m²)은 Table 3에 나타내었다. 봄재배는 강릉에서 3~6월에 수행하였고, 평균 온도와 습도는 14.7°C, 50.3%였다. 평균 지온은 기온보다 1.5°C 높았으며, 토양수분함량은 8.4%로 감자의 적정 수분함량으로 알려진 -25 kPa (18.5%)에 비해 다소 건조하였다(King *et al.*, 2020). 가을재배는 각각 강릉과 서천 지역에서 8~11월에 수행하였는데, 평균온도 및 습도는 16.3~16.6°C, 47.3~49.9%로 비슷하였다. 반면, 평균 지온과 토양수분함량은 서천이 강릉보다 각각 3.1°C, 9.3% 높았다. 감자는 뿌리가 땅속 깊이 뻗지 않는 천근성 작물로 토양수분의 작은 변화에도 비교적 민감하게 반응하며, 특히 감자 식물체의 성장과 발육은 토양수분에 의해 직접적인 영향을 받는다고 하였다(Chang *et al.*, 2018). 가을재배 시 지역의 환경조건에 따라 감자의 생육 및 수량, 가공품질에 영향을 미칠 것으로 판단된다.

시험토양의 토성과 이화학적 분석결과는 Table 4에 나타내었다. 재배 시기와 지역에 관계없이 토성은 사양토(Sandy loam soil)로 모래가 50~80% 비율을 지닌 배수성이 좋은 사토에 속

Table 3. Environmental characteristics such as average temperature, average humidity, average ground temperature, soil moisture content and insolation by potato cultivation type in 2022.

Cultivation type	Growing area	Month	Average temperature (°C)	Average humidity (%)	Average ground temperature (°C)	Soil moisture content (%)	Isolation (MJ/m ²)
Spring	Gangneung	March	7.5	48.1	7.4	9.3	420.3
		April	13.1	52.3	13.9	10.4	595.1
		May	17.8	53.4	18.7	6.3	719.8
		June	20.4	47.6	21.0	7.6	530.3
		Mean	14.7	50.3	16.2	8.4	566.4
Autumn	Gangneung	August	21.7	46.3	23.3	19.1	417.0
		September	19.7	46.8	20.4	16.6	474.1
		October	13.6	46.8	13.7	16.0	330.8
		November	11.3	49.4	10.2	12.9	299.6
		Mean	16.6	47.3	16.9	16.2	380.4
Autumn	Seocheon	August	22.5	48.7	27.5	27.1	438.5
		September	22.1	50.1	26.4	28.8	485.5
		October	14.6	49.9	18.8	26.1	414.5
		November	10.4	50.2	12.4	21.0	296.5
		Mean	16.3	49.9	20.0	25.5	408.8

하였다. RDA (2017)에 따르면 감자 재배에 적합한 이화학성 조건은 pH가 5.5~7.0이고, 유기물(Organic matter)은 20~30 g kg⁻¹, 인산(Av. P₂O₅)은 250~350 mg kg⁻¹, 칼륨(K), 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg)은 각각 0.5~0.6 cmol⁺ kg⁻¹, 4.5~5.5 cmol⁺ kg⁻¹, 1.5~2.0 cmol⁺ kg⁻¹였다. 강릉 가을재배 토양의 pH는 6.6으로 감자 재배기준에 적정하였고, 강릉 봄재배 및 서천 가을재배의 pH는 7.3~4로 다소 높았다. 유기물 함량(Organic matter)의 경우 가을재배에서 19.6~29.7 g kg⁻¹의 범위로 감자 재배에 적합

하였으나 강릉 봄재배에서는 11.7 g kg⁻¹로 다소 낮았다. 인산(Av. P₂O₅)은 강릉 봄재배에서 306 mg kg⁻¹으로 감자 재배에 적정하였지만 가을재배에서는 620~1,532 mg kg⁻¹로 함량이 2~4배 높아 과시비된 경향이 있었다. 칼륨(K), 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg) 함량은 서천 가을재배 토양에서 높았고, 강릉 봄·가을재배에서는 적정하거나 약간 높았다.

Table 4. Soil texture and soil chemical properties according to potato cultivation type and growing area in 2022.

Cultivation type	Growing area	Soil texture	pH (1:5)	EC (ds/m)	O.M. (g kg ⁻¹)	P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	K Ca Mg Na			
							(cmol kg ⁻¹)			
Spring	Gangneung	Sandy loam soil	7.4	1.4	11.7	306	0.7	4.5	1.8	0.2
Autumn	Gangneung	Sandy loam soil	6.6	1.9	19.6	620	1.2	2.6	1.4	0.1
	Seocheon	Sandy loam soil	7.3	1.2	29.7	1,532	3.6	6.8	2.8	0.0

Table 5. Growth characteristics of potato leaf stems, stem length, number of stems, and leaf color during autumn cultivation according to the spring potato cultivation period by potato cultivars.

Cultivation Period (Spring)	Cultivar	Emergence rate (%)		Stem length (cm/plant)		Stem number (no./plant)		Leaf color (SPAD)	
		GN ^z	SC	GN	SC	GN	SC	GN	SC
70 days	Saebong	98.9	93.9	37.7	39.0	1.0	1.3	35.3	51.1
	Eunsun	100.0	100.0	39.5	48.3	1.7	2.8	25.7	39.9
	Geumnaru	100.0	97.6	51.0	39.5	1.7	1.5	32.8	49.2
	Mean	99.6	97.2	42.7	42.3	1.4	1.9	31.3	46.7
80 days	Saebong	97.8	97.5	45.3	38.8	1.2	1.3	34.9	52.7
	Eunsun	100.0	97.5	50.2	47.3	1.2	3.3	28.4	38.9
	Geumnaru	98.9	95.8	51.3	39.3	1.3	1.5	35.0	49.0
	Mean	98.9	96.9	48.9	41.8	1.2	2.1	32.8	46.9
90 days	Saebong	91.1	94.2	45.2	41.8	1.0	1.0	35.8	50.3
	Eunsun	98.9	96.7	46.2	53.5	1.8	2.5	27.0	43.0
	Geumnaru	90.6	97.5	50.3	39.2	1.0	1.2	34.5	48.2
	Mean	93.5	96.1	47.2	44.8	1.3	1.6	32.5	47.1
100 days	Saebong	73.9	87.5	37.7	38.3	1.0	1.3	37.4	51.0
	Eunsun	100.0	95.0	44.5	54.8	1.3	1.8	28.0	40.9
	Geumnaru	93.9	92.5	36.2	45.5	1.2	1.3	35.7	49.7
	Mean	89.3	91.7	39.4	46.2	1.2	1.5	33.7	47.2
Cultivation period		*** ^y	*	*	ns	ns	ns	ns	ns
Cultivar		***	*	ns	***	*	***	***	***
Cultivation period × Cultivar		***	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

^zGN: Gangneung, SC: Seocheon.

^yns, *, **, *** nonsignificant or significant at p < 0.05, 0.01, and 0.001, respectively.

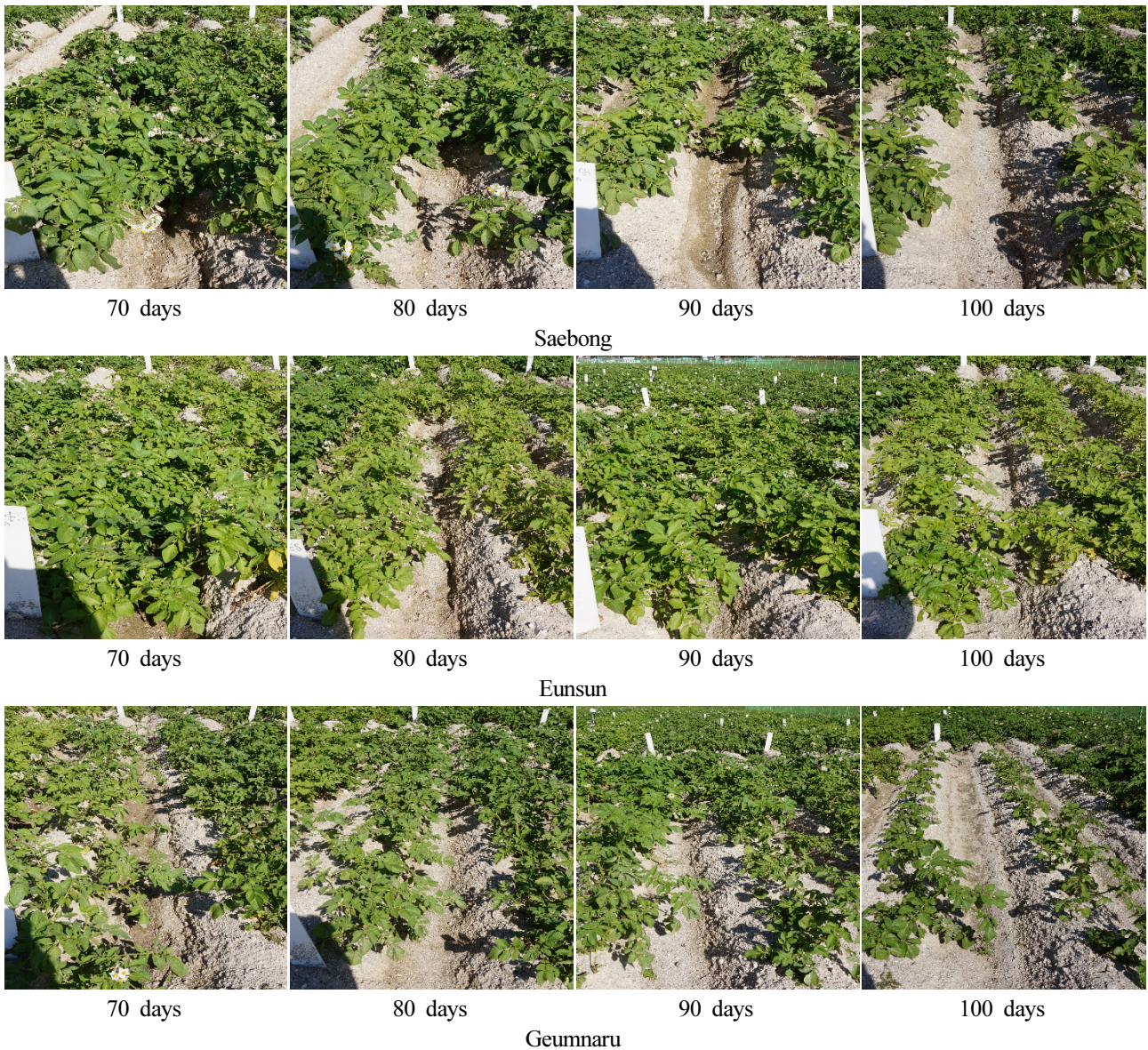


Fig. 1. Plant growth by potato cultivars on the 60th day of autumn cultivation in the Gangneung region according to the spring potato cultivation period by potato cultivars.

지상부 생육 및 괴경 수량 특성

봄감자 재배기간에 따른 가을감자 지역 및 품종별 출현율(%), 경장(cm/주), 경수(개/주), 엽색(SPAD)을 조사한 결과는 Table 5와 Fig. 1에 나타내었다. 가을재배 출현율은 봄재배 재배기간이 짧을수록 높아지는 경향이였다. 봄재배 시 70일간 생육 후 수확한 씨감자를 이용하여 강릉과 서천 지역에 파종하였을 때 출현율이 각각 99.6%, 97.2%로 높았다. 이는 씨감자의 수확시기가 빠를수록 괴경 내 휴면 타파가 빠르게 이루어졌을 가능성이 높기 때문에(Sonnewald and Sonnewald, 2014), 토양 위로 감자 싹이

먼저 올라온 것으로 판단된다. 경장은 80일 및 90일 재배 후 수확한 봄감자를 강릉 지역에서 가을재배 하였을 때 47.2~48.9로 다른 처리에 비해 컸다. 서천 지역에서의 경장은 재배기간에 따라서는 유의성이 나타나지 않았으며, 품종 간 차이가 뚜렷했는데, 은선 품종의 경장이 47.3~54.8로 새봉, 금나루 품종에 비해 컸다. 이는 지상부 생육량이 씨감자의 크기 및 서령 조건에 크게 영향을 받지 않는다는 Chang *et al.* (2011)의 연구와 비슷한 결과였다. 재배기간에 따른 경수와 엽색은 통계적 유의성이 없었다. 한편, 품종별 차이는 뚜렷했는데, 경수는 은선 품종에서 많았고,

엽색은 새봉 품종이 다른 품종에 비해 짙었다.

Table 6과 Fig. 2는 봄감자 재배기간별 괴경의 특성(괴경수, 괴경무게, 수량, 상서수량)을 조사한 결과이다. 재배기간에 따라 괴경수, 괴경무게, 수량 및 상서수량은 통계적 유의성이 없었으며, 품종에 따른 차이는 뚜렷하게 나타났다. 경수가 많아지면 괴경무게가 줄어든다는 Wiersema (1989)의 연구에 따라 본 연구에서는 처리 간 경수의 차이가 없었으므로 괴경의 특성 또한 같은 경향이라고 여겨진다. 괴경수의 경우 강릉과 서천 지역 모두 은선 품종이 수량이 높았다. 특히 봄에 80일간 생육 후 수확한 감자를 서천 지역에서 가을재배 했을 때, 은선 품종의 괴경수가 주당 9.6개로 가장 많았다. 괴경 무게는 강릉에서는 새봉 품종이, 서천에서는 은선 품종이 우수하였다. 봄에 100일간 재배한 감자를 서천 지역에서 가을재배 후 수확 시 은선 품종의 괴경중이 주당 718 g였다. 총 수량과 상서수량은 괴경 무게와 같은

경향이었는데, 90일간 재배한 은선 품종을 서천 지역에서 가을재배 했을 때, ha당 총 수량과 상서수량은 각각 41.5톤, 30.9톤으로 다른 처리보다 높았다.

Table 7은 봄감자 재배기간별 괴경수량분포를 나타낸 표이다. 처리 간 통계적 유의성이 인정되는 구간은 강릉 지역의 80~150 g 이었으며, 90일간 재배한 봄감자를 강릉 지역에서 가을재배 했을 때, 44.6%로 가장 높았다. 강릉 지역의 80 g 이하 구간은 품종 간 통계적 유의성이 있었는데, 금나루 품종의 비율이 41.9~60.7%로 높았다. 서천 지역의 80~150 g 구간은 새봉 품종이 11.9~21.7%로 은선, 금나루 품종에 비해 괴경분포비율이 낮았다. 강릉 지역의 150~250 g 구간은 새봉 품종의 비율이 21.9~39.3%로 높은 반면, 금나루 품종은 8.3~16.5%로 낮았다. 250 g 이상은 강릉, 서천 지역에서 모두 새봉 품종의 비율이 높았다.

Table 6. Tuber quantity characteristics such as number of tubers, tuber weight, total yield, and marketable yield during autumn cultivation according to the spring potato cultivation period by potato cultivars.

Cultivation Period (Spring)	Cultivar	Tuber number (no./plant)		Tuber weight (g/plant)		Total yield (ton/ha)		Marketable yield ² (ton/ha)	
		GN ^y	SC	GN	SC	GN	SC	GN	SC
70 days	Saebong	6.3	5.0	483	435	24.1	21.7	16.4	14.0
	Eunsun	7.6	9.4	484	847	24.2	42.3	14.9	30.6
	Geumnaru	6.7	6.5	331	536	16.5	26.8	7.8	19.8
	Mean	6.9	7.0	433	606	21.6	30.3	13.0	21.5
80 days	Saebong	6.6	6.0	515	445	25.7	22.3	17.0	12.9
	Eunsun	6.6	9.6	459	768	23.0	38.4	13.8	23.6
	Geumnaru	5.8	6.5	328	553	16.4	27.6	9.6	19.8
	Mean	6.3	7.4	434	589	21.7	29.4	13.5	18.7
90 days	Saebong	5.5	5.7	425	499	21.3	24.9	14.8	13.2
	Eunsun	7.2	9.2	466	829	23.3	41.5	15.4	30.9
	Geumnaru	6.0	5.6	362	502	18.1	25.1	10.6	16.9
	Mean	6.2	6.8	418	610	20.9	30.5	13.6	20.2
100 days	Saebong	5.8	6.5	510	508	25.5	25.4	17.4	15.0
	Eunsun	6.5	8.1	403	718	20.1	35.9	12.7	26.4
	Geumnaru	5.8	6.1	238	425	11.9	21.3	4.9	12.3
	Mean	6.0	6.9	384	550	19.2	27.5	11.7	17.9
Cultivation period		ns ^x	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Cultivar		*	***	**	***	**	***	**	***
Cultivation period × Cultivar		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

²Marketable yield : Yield of potatoes with a tuber weighing more than 81 g.

^yGN: Gangneung, SC: Seocheon.

^xns, *, **, *** nonsignificant or significant at p < 0.05, 0.01, and 0.001, respectively.

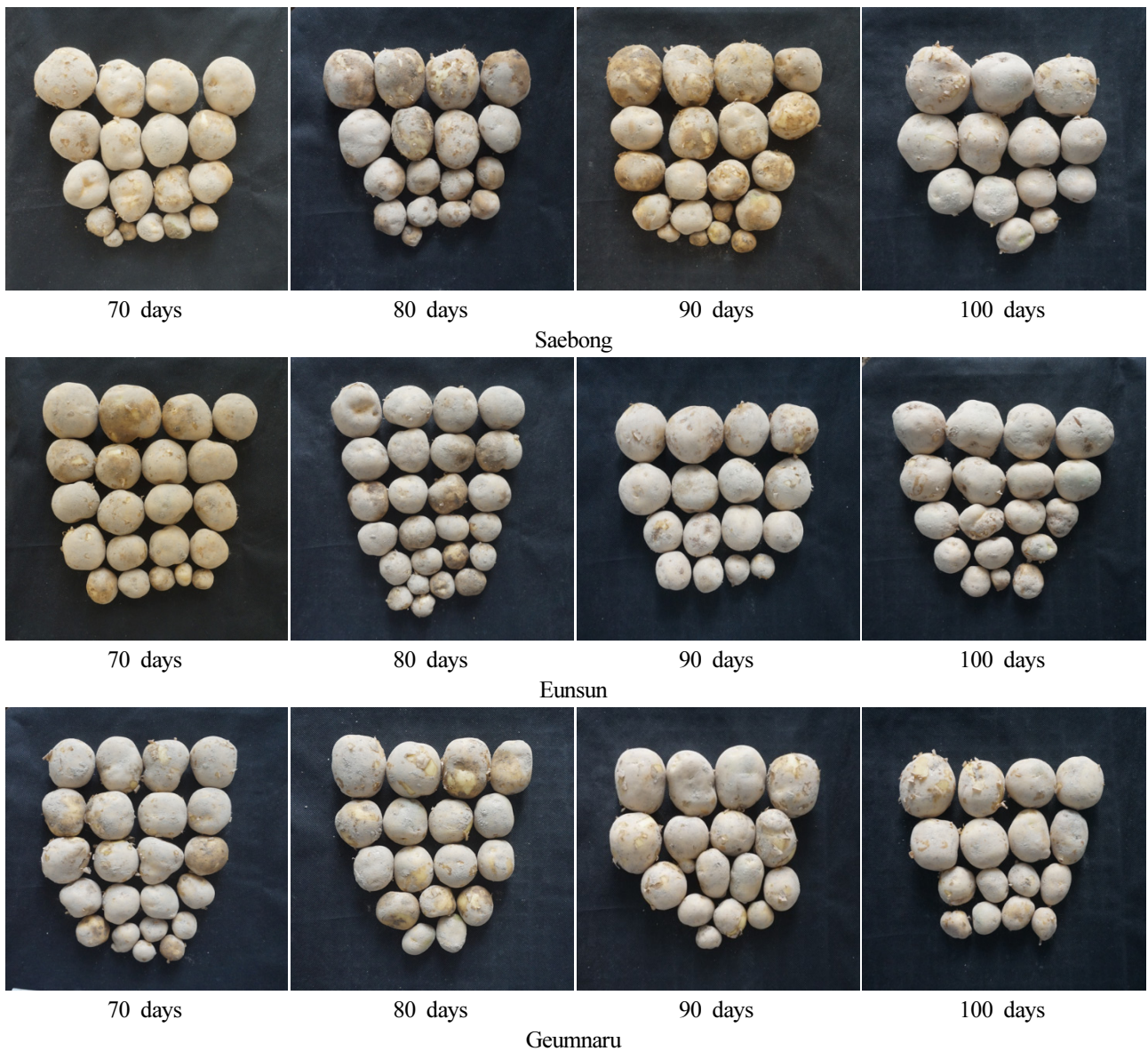


Fig. 2. Quantity characteristics of potato tubers grown in autumn in the Gangneung region according to the spring potato cultivation period by cultivars (based on 3 plants).

괴경 가공품질 특성

재배기간에 따른 괴경의 가공품질 특성을 조사하기 위하여 비중(Specific gravity), 건물질(Dry matter content, %), 전분 함량(starch content, %), Glucose 함량($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) 및 칩 색도(L value)를 측정하였다(Table 8). 괴경 비중은 처리에 따른 유의성이 강릉 지역에서는 나타나지 않았고, 서천 지역에서는 인정되었다. 봄에 70일간 재배한 씨감자를 서천 지역에서 가을재배 했을 때 1.077로 비중이 높았다. 품종에 따른 유의성은 두 지역 모두 뚜렷했는데, 강릉 지역에서는 새봉 품종이, 서천 지역

에서는 금나루 품종의 비중이 높았다. 건물질은 처리에 의한 차이는 인정되지 않았고, 품종에 따른 차이가 있었는데 강릉 지역에서는 새봉 품종이 19.0~19.6%로 높았고, 서천 지역에서는 금나루 품종이 20.2~20.8%로 높았다. 이는 건물질이 비중과 고도로 밀접하게 연관되어 있다고 한 Kleinkopf *et al.* (1987)의 연구 결과와 같은 경향이였다. 전분 함량은 80일간 재배한 봄감자를 강릉 지역에서 가을재배 후 수확 했을 때 7.9%로 함량이 높았으며, 서천 지역에서는 처리에 의한 유의성이 나타나지 않았다. 새봉과 금나루 품종의 전분 함량이 높았으며, 은선 품종은 비교

Table 7. Distribution characteristics of autumn-grown tubers according to spring potato cultivation period by potato cultivars.

Cultivation Period (Spring)	Cultivar	Tuber yield distribution(%)							
		< 80 g		80~150 g		150~250 g		250 g <	
		GN ^z	SC	GN	SC	GN	SC	GN	SC
70 days	Saebong	29.5	15.3	45.0	11.9	21.9	37.9	3.7	34.9
	Eunsun	39.8	20.0	43.0	34.9	15.7	35.3	1.5	9.8
	Geumnaruru	55.0	20.9	36.7	32.3	8.3	38.6	0.0	8.2
	Mean	41.4	18.7	41.6	26.4	15.3	37.3	1.7	17.6
80 days	Saebong	26.5	18.6	29.7	19.1	34.7	21.1	9.1	41.2
	Eunsun	45.1	26.2	36.9	23.6	18.0	34.4	0.0	15.8
	Geumnaruru	45.3	20.2	38.3	31.6	16.5	36.6	0.0	11.6
	Mean	39.0	21.7	35.0	24.8	23.1	30.7	3.0	22.9
90 days	Saebong	23.1	20.6	41.3	21.7	26.1	25.4	9.5	32.4
	Eunsun	34.3	15.2	47.2	26.7	18.4	35.9	0.0	22.2
	Geumnaruru	41.9	26.2	45.2	31.1	12.9	34.8	0.0	7.9
	Mean	33.1	20.7	44.6	26.5	19.2	32.0	3.2	20.8
100 days	Saebong	23.7	18.4	27.9	20.0	39.3	20.4	9.2	41.2
	Eunsun	39.1	13.3	44.7	22.3	14.6	31.0	1.6	33.4
	Geumnaruru	60.7	32.8	29.9	29.9	9.4	26.1	0.0	11.2
	Mean	41.1	21.5	34.2	24.1	21.1	25.8	3.6	28.6
Cultivation period		ns ^y	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
Cultivar		**	ns	ns	**	**	ns	**	***
Cultivation period × Cultivar		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

^zGN: Gangneung, SC: Seocheon.

^yns, *, **, *** nonsignificant or significant at p < 0.05, 0.01, and 0.001, respectively.

적 함량이 낮았다. Glucose 함량은 재배기간에 따라 뚜렷한 차이를 보였는데, 봄감자 재배기간이 길어질수록 가을재배 후 수확한 감자의 Glucose 함량이 높아졌다. Kumar *et al.* (2004)와 Struik *et al.* (1989)에 따르면 미숙한 덩이줄기는 당 함량이 높고, 성숙할수록 당 함량이 줄어든다고 하였다. 봄재배에서 일찍 수확한 씨감자를 이용하여 가을에 재배하였을 때, 괴경 내 충실도가 높아 당 함량이 줄어든 것으로 사료된다. 또한 강릉 지역이 서천 지역보다 당 함량이 전반적으로 높았다. 이는 서천의 평균 지온 및 토양수분함량이 강릉보다 높은 조건이었기 때문에, 초기 괴경 형성 및 비대에 유리하여 괴경 내 충실도가 높았을 것으로 사료된다(King *et al.*, 2020). 칩색도는 강릉 및 서천 지역 모두 재배기간에 따른 차이는 없었다. L 값은 70~80일간 봄재배한 씨감자를 서천 지역에서 가을재배 후 수확한 금나루 품종이 67.5~67.6으로 높았다.

감자를 2기작으로 재배 시 봄감자 재배기간이 가을감자의 생육, 수량 및 가공품질에 미치는 영향에 대해 연구한 결과, 재배

기간에 따른 차이는 크지 않았고, 품종에 따른 차이가 뚜렷하였다. 이는 유전적인 요인인 품종이 가공품질에 큰 영향을 미친다고 했던 Jeong *et al.* (1993)의 연구와 같은 경향이였다. 은선 품종은 지상부 생육 및 수량이 뛰어났고, 가공품질은 새봉 품종이 우수하였다. 따라서 2기작 가공용 감자 재배에 적합한 품종은 새봉 및 은선 품종이라 판단된다. 본 연구결과는 2기작 감자를 이용하는 재배자 및 생감자를 가공원료로 이용하는 가공업체에게 참고자료로 이용될 수 있을 것이다. 또한 추가적으로 괴경 수확 후 리컨디셔닝 등으로 가공품질의 어떻게 달라지는 지에 관한 연구를 진행하는 것이 필요하다.

적 요

국내에서 감자는 주로 반찬이나 부식으로 이용해 왔지만 최근에는 칩이나 프렌치프라이 등 스낵이나 간식으로 이용이 증가하고 있다. 가공원료용 생감자를 사용하여 감자를 가공하는 것에

Table 8. Chip processing quality such as specific gravity, dry matter content, starch content, glucose, and chip color of autumn-grown potatoes according to the spring potato cultivation period by potato cultivars.

Cultivation Period (Spring)	Cultivar	Specific gravity		Dry matter content (%)		Starch content (%)		Glucose (mg/100g ⁻¹)		Chip color (L value)	
		GN ^z	SC	GN	SC	GN	SC	GN	SC	GN	SC
70 days	Saebong	1.076	1.078	19.6	21.2	8.04	7.44	74.6	40.9	55.0	66.1
	Eunsun	1.068	1.069	17.3	17.3	7.11	6.47	158.6	39.3	48.2	59.6
	Geumnaru	1.073	1.084	19.2	20.7	7.70	8.43	91.0	32.2	51.9	67.5
	Mean	1.072	1.077	18.7	19.8	7.62	7.45	108.0	37.5	51.7	64.4
80 days	Saebong	1.077	1.065	19.2	19.3	8.90	8.64	135.0	45.6	52.1	55.0
	Eunsun	1.066	1.065	17.0	17.2	6.70	6.60	211.6	62.1	45.4	52.7
	Geumnaru	1.073	1.083	17.8	20.8	8.09	7.69	164.7	31.2	47.3	67.6
	Mean	1.072	1.071	18.0	19.1	7.90	7.64	170.4	46.3	48.3	58.4
90 days	Saebong	1.078	1.063	19.5	18.5	7.61	8.22	150.9	171.8	53.4	55.7
	Eunsun	1.066	1.062	16.2	16.5	6.44	5.89	201.7	55.3	45.4	53.9
	Geumnaru	1.070	1.083	17.4	20.6	7.07	8.18	256.3	29.4	48.9	61.1
	Mean	1.071	1.070	17.7	18.5	7.04	7.43	203.0	85.5	49.2	56.9
100 days	Saebong	1.075	1.078	19.0	19.1	7.66	8.82	237.2	193.1	45.9	65.6
	Eunsun	1.067	1.062	16.5	15.8	7.18	5.75	197.4	116.2	49.4	52.0
	Geumnaru	1.068	1.082	17.3	20.2	7.79	8.93	239.8	35.1	46.1	59.0
	Mean	1.070	1.074	17.6	18.4	7.54	7.83	224.8	114.8	47.1	58.8
Cultivation period		ns ^y	**	ns	ns	**	ns	***	***	ns	ns
Cultivar		***	***	***	***	***	***	***	***	ns	**
Cultivation period × Cultivar		ns	**	ns	ns	ns	ns	***	***	ns	ns

^zGN: Gangneung, SC: Seocheon.

^yns, *, **, *** nonsignificant or significant at p < 0.05, 0.01, and 0.001, respectively.

대한 수요는 높지만 감자를 2기작으로 특히 가을에 재배하였을 때 가공품질이 어떻게 달라지는 지에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 봄감자 재배기간을 달리하여 가을감자를 재배하였을 때 생육과 수량 및 가공품질에 미치는 영향을 구명하고자 수행하였다. 봄감자 파종 후 수확을 70일, 80일, 90일, 100일 총 4번에 걸쳐 하였으며, 이를 활용하여 각각 강릉과 서천 지역에서 가을재배를 수행하였다. 지상부 출현율은 봄감자 재배기간이 짧은 씨감자를 가을재배 했을 때 높아지는 경향이였다. 경장은 봄재배 기간이 80일 및 90일인 씨감자를 강릉 지역에서 가을재배했을 때 47.2~48.9로 다른 처리에 비해 컸다. 재배기간에 따른 경수와 엽색은 통계적 유의성이 없었다. 수확시기에 따라 괴경수, 괴경무게, 수량 및 상서수량은 통계적 유의성이 없었으며 품종에 따른 차이는 뚜렷하게 나타났다. 괴경 무게는 강릉에서는 새봉 품종이, 서천에서는 은선 품종이 우수하였다. 전분 함량은 봄에 80일간 재배한 씨감자를 강릉 지역에서 가을재배 했

을 때 7.9%로 함량이 높았으며, 서천 지역에서는 유의성이 나타나지 않았다. Glucose 함량은 재배기간에 따라 뚜렷한 차이를 보였는데, 봄감자 재배기간이 긴 씨감자를 가을재배에 이용할 경우 그 함량이 높아졌다. 감자를 2기작으로 재배 시 봄감자 재배기간이 괴경의 생육, 수량 및 가공품질에 미치는 영향에 대해 연구한 결과, 재배기간에 따른 차이는 크지 않았고, 품종에 따른 차이가 뚜렷하였다. 은선 품종은 가을재배 시 지상부 생육 및 수량이 뛰어났고, 가공품질은 새봉 품종이 우수하였다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 국립식량과학원 작물시험연구사업 (연구과제: 칩가공용 가을감자 안정 생산 및 실용화 연구, 과제번호: PJ016774012024)의 지원에 의해 이루어진 결과로 이에 감사드립니다.

Conflicts of Interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

References

- Chang, D.C., J.H. Cho, C.G. Cheon, S.J. Kim, J.H. Nam and Y.I. Jin. 2020. Effects of chitting duration on early maturation of potatoes in a short season environment. *Am. Potato J.* 97(1):43-53.
- Chang, D.C., O.S. Hur, C.S. Park and S.Y. Kim. 2011. Field performance, yield components and nitrogen utilization efficiency of potato plants grown from hydroponic small tubers. *Hortic. Environ. and Biote.* 52:369-375.
- Chang, D.C., Y.I. Jin, J.H. Nam, C.G. Cheon, J.H. Cho, S.J. Kim and H.S. Yu. 2018. Early drought effect on canopy development and tuber growth of potato cultivars with different maturities. *Field Crop. Res.* 215:156-162.
- Cho, J.H., H.B. Son, D.C. Chang, J.S. Im and H.J. Kim. 2011. Rediscovery of potatoes: from hardy crops to food for world people. *RDA Interrobang* 29:1-20.
- Cho, J.H., J.G. Choi, C.K. Cheon, Y.G. Lee, H.U. Lee, S.Y. Kim, K.S. Cho, J.S. Im, D.C. Chang, Y.I. Jin, H.S. Yu, Y.E. Park, H.M. Cho and J. G. Choi. 2017. New double cropping potato variety 'Eunsun' with short dormancy for potato chip processing. *Korean J. Hortic. Sci. Technol.* 35:111.
- Cho, J.H., J.G. Choi, Y.G. Lee, J.S. Im, S.K. Han, S.R. Kim, A.K. Moon, D.C. Chang, Y.I. Jin, H.J. Park, J.H. Seo, G.B. Lee, C.K. Cheon, Y.E. Park and K.S. Cho. 2020. 'Gangseon', a yellow potato variety with short dormancy and late blight resistance. *Korean J. Breed. Sci.* 52(4):460-466.
- Cho, J.H., K.S. Cho, Y.E. Park, D.C. Chang and H.S. Yu. 2012. Potato Research and Perspective in Republic of Korea. *Potato Research and Perspective in Republic of Korea. Strategies for the Korean Potato Industry against the Global Environment Changes Symposium.* pp. 85-118.
- Choi, J.G., Y.E. Park, J.S. Im, Y.G. Lee, D.C. Chang, Y.I. Jin, J.H. Seo, H.J. Park, G.B. Lee and J.H. Cho. 2021. 'Saebong': A double cropping potato variety with a short dormancy period and early maturity. *Korean J. Breed. Sci.* 53(4):526-533.
- Choi, K.S. and G.H. Jung, 2017. Study on vinyl coating cultivation of potatoes under low temperature conditions. *Korean J. Plant Res.* 30(5):556-564.
- de Freitas, S.T., E.I.P. Pereira, A.C.S. Gomez, A. Brackmann, F. Nicoloso and D.A. Bisognin. 2012. Processing quality of potato tubers produced during autumn and spring and stored at different temperatures. *Hortic. Bras.* 30:91-98.
- FAOSTAT. 2021. Food and Agriculture Organization of the united nations (FAO). FAOSTAT Database.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2021. <https://www.fao.org/faostat>.
- Franklin, J. and T. Hamberg. 1980. Seasonal changes in the different components of the inhibitor β complex in potato tubers. *Physiol. Plant.* 50:227-232.
- Huang, T, D. Zhou, Z Jin, X Xu and H. Chen. 2015. Effect of debranching and heat moisture treatments on structural characteristics and digestibility of sweet potato starch. *Food Chem.* 187:218-224.
- Jeong, J.C., S.Y. Kim, Y.H. Om, K.W. Park and Y.J. Yang. 1993. Processing quality of potato tubers influenced by cultivars and harvest-dates. *Korean J. Hortic. Sci. Technol.* 12(1):56-57.
- King, B.A., J.C. Stark and H. Neibling. 2020. Potato production system. *In Stark, J.C. (ed.), Chapter 13. Potato Irrigation Management.* Springer Nature, Switzerland AG. pp. 417-446.
- Kleinkopf, G.E., D.T. Westermann, M.J. Wille and G.D. Kleinschmidt. 1987. Specific gravity of russet burbank potatoes. *Am. Potato J.* 64(11):579-587.
- Kumar, D., B.P. Singh and P. Kumar. 2004. An overview of the factors affecting sugar content of potatoes. *Annals of Applied Biology* 145(3):247-256.
- Kwon, B.H., S.U. Kim, S.Y. Lim, H. Namgung and H.J. Lee. 2014. Determination of glucose distribution of potato tuber using blood glucose meter and its application to estimate processing quality. *Korean J. Hortic. Sci. Technol.* 32(2): 171-177.
- Lee, J.G., M.K. Choi, J.S. Kang, Y.J. Chung, Y.I. Jin, M.S. Kim, Y.S. Lee and Y.H. Chang. 2017. Physicochemical, structural, pasting, and rheological properties of potato starch isolated from different cultivars. *Korean J. Food Sci. Technol.* 49(4):360-368.
- Park, C.S., S.Y. Kim and J.C. Jeong. 1997. Effect of harvesting time of seed tubers and carbon disulphide (CS₂) concentration on the dormancy breaking of 'superior' potato tubers. *Korean J. Hortic. Sci. Technol.* 38(1):15-18.
- Park, Y.E., J.H. Cho, J.S. Im, K.S. Cho, J.S. Kim, Y.G. Lee, D.C. Chang, Y.I. Jin, C.K. Cheon and J.C. Jung. 2019. 'Dami', A potato cultivar with few tuber physical defects, high dry matter content, and good taste. *Korean J. Breed. Sci.* 51(2):

- 122-127.
- Park, Y.M., S.W. Park, O.S. Ku, B.W. Lee and S.J. Hong. 2003. Color evaluation of French fries for processing potential of cold-stored summer-season potatoes. Korean J. Hortic. Sci. Technol. 21(1):19-24.
- Rappaport, L. and N. Wolf. 1969. The problem of dormancy in potato tubers and related structures. Symposia of the Society for Experimental Biology 23:219-240.
- Reeve, R.M., H. Timm and M.L. Weaver. 1973. Parenchyma cell growth in potato tubers. I. Different tuber regions. Am. Potato J. 50:49-57.
- Rural Development Administration of Korea (RDA). 2016. Standard research investigation and analysis for agricultural 366 science and technology. RDA, Jeonju, Korea. pp. 16-290.
- Rural Development Administration of Korea (RDA). 2017. Standard prescription of fertilizer usage for each crop. RDA, Jeonju, Korea. pp. 52-55.
- Rural Development Administration of Korea (RDA). 2018. Standard potato growing practices. RDA, Jeonju, Korea. p. 31.
- Sonnenwald, S. and U. Sonnenwald. 2014. Regulation of potato tuber sprouting. Planta 239:27-38.
- Struik, P.C., J. Geertsem and C.H. Custers. 1989. Effects of shoot, root and stolon temperature on the development of the potato (*Solanum tuberosum* L.) plant. III. Development of tubers. Potato Res. 32(2):151-158.
- Wiersema, S.G. 1989. Comparative performance of three small seed tuber sizes and standard size seed tubers planted at similar stem densities. Potato Res. 32:81-89.

(Received 14 November 2023 ; Revised 11 March 2024 ; Accepted 11 March 2024)