

어젠다코드	3 - 2 - 2		구분	세부완결	
기술분야코드	V2	기술유형코드	C05	작목구분코드	FC-05-0501
과제종류	기관고유		세부사업	-	
과제명	감자 신품종 조기확산 기술 개발				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	최옥		농업연구사	강원도원 감자연구소	
연구기간	2018 ~ 계속		참여연구기관	-	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
1) 감자 신품종 재배법 개선 및 현장연구			감자연구소	한규석	'18~계속
2) 신품종 감자 수확 후 품질특성 연구			감자연구소	최옥	'18~'19
3) 오륜감자 관수 처리에 의한 생육 및 특성 비교			감자연구소	맹진희	'19~계속
색인용어	감자, 재배적지, 품질특성, 저장, 관수				

ABSTRACT

This study examined the qualitative characteristics of Mibaeg, Oryun, Pungnong and Jahwang cultivar, all of which are bred varieties Gangwon Province, by storage periods and temperatures after the harvest of them. The weight loss by cropping patterns was highest in summer cultivation, and it by varieties was highest for Jahwang cultivar and lowest for Pungnong cultivar. The sprout production rate tends to be higher in spring cultivation. The sprout production rate of Pungnong cultivar was as low as 47% in spring cultivation and 9% in summer cultivation 90 days after the storage of it, indicating the superior storage. Although there were no differences in free sugars among varieties at the storage temperature of 4℃, they were lower for Mibaeg, Oryun and Pungnong cultivar and higher for Superior and Jahwang cultivar at the storage temperature of 10℃. There were also no differences in the rates of α-solanine/α-chaconine, glycoalkaloids(solanine), among varieties, with the rates ranging from 1:2 to 1:10. α-solanine slightly existed in the fresh of Saeal, Ook, Pungnong, Superior and Atlantic cultivar but was not detected. Since solanine is affected by a variety of factors including varieties' genetic characterization, growing periods, harvest and post-harvest management, it was impossible to verify the correlation between harvest time 90, 100 and 110 days) and glycoalkaloids content.

1. 연구목표

감자(*Solanum tuberosum* L.)는 세계 4대 작물 중 하나로 생육기간이 짧고 토질에 대한 적응성이 커서 세계적으로 재배되고 있다. 우리나라는 고온다습한 하절기에 저장하기 때문에 부패 및 자연 감모율이 높고, 수분함량이 높아서 장기저장이 어려울 뿐만 아니라 가공시 품질저하와 영양성분의 손실이 많이 일어난다. 감자를 저온에서 보관하였을 때 일반적으로 저장초기에는 sucrose 함량이 증가하지만 저장기간이 길어질수록 glucose, fructose 함량이 현저히 증가한다.(Tishel M et al., 1966) 또한 감자에는 독소의 일종인 감자 글리코알칼로이드(솔라닌) 성분이 함유되어 있어(Frieman M., 2006) 식품의 안정성을 위하여 섭취량을 생감자 100g당 20mg이하로 제한할 것을 권장하고 있다.(FAO/WHO). 강원도농업기술원에서는 휴면기간이 55~65일로 짧아 2기작이 가능한 극조생종인 미백, 고품종 함량이 높은 오륜, 생리장해가 적은 다수성 품종인 풍농, 겉과 속이 다른 유색감자 자황 등 4품종을 육성하였다. 본 연구는 강원도원에서 육성한 품종을 재배작형에 따라 수확 후에 발생하는 변화를 분석하여 다품종 보급을 위한 재배품종 선택시 정보를 제공하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

〈제2세부과제: 신품종 감자 수확 후 품질특성 연구〉

(시험 1) 저장기간 및 온도에 따른 품질 특성 변화

본 연구는 2019년도에 강원도 육성품종인 미백, 오륜, 풍농, 자황과 대조품종인 수미를 춘천 서면 (봄재배)과 평창 대관령면(여름재배)에 파종한 후 100일에 수확하여 큐어링처리 후 각각 4℃, 10℃에서 3개월 동안(1, 30, 60, 90일) 저장하였다. 농업과학기술 연구조사 분석기준에 준하여 감모율, 맹아율(3mm 이상)을 조사하였다. 유리당 함량은 2018년도에 수확한 생감자 4g에 95% 메탄올 10ml를 넣고 마쇄 및 추출(Whatman No. 2)하여 상등액을 Syringe filter(0.45 μ m)로 여과한 후 HPLC (YL-9000)로 분석하였다.

(시험 2) 품종별 솔라닌 함량 조사

본 연구는 2019년도에 강원도 육성품종인 미백, 새알, 옥, 오륜, 풍농, 자황과 대조품종인 수미, 대서를 강릉에 파종 한 후 90일, 100일, 110일에 수확하여 괴경의 육질과 껍질부분으로 나누어 솔라닌 함량을 분석하였다. 글리코알칼로이드 함량은 동결 건조한 시료 1g에 5% acetic acid 20ml를 첨가하여 2시간 동안 교반하여 여과한 후 여과액에 ammonium hydroxide를 첨가하였다. 70℃ 항온수조에서 50분 동안 반응 후 4℃ 냉장고에서 하루 밤 놓아두고 생성된 침전물을 10분간 13,000rpm에서 원심분리하였다. 침전물을 1ml 메탄올에서 용해시킨 후 상등의 조건에서 원심분리하여 상등액을 취하였다. 상등액은 Syringe filter(0.45 μ m)로 여과한 후 HPLC(Agilent 1100 Series)로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

〈제2세부과제: 신품종 감자 수확 후 품질특성 연구〉

(시험 1) 저장기간 및 온도에 따른 품질 특성 변화

미백 등 5품종을 큐어링처리 후 90일 동안 저장하여 감모율을 조사한 결과(표 1), 감모율 범위는 저장온도 4℃일 때 1.4% ~ 2.8%이고 10℃일 때 2.5% ~ 9.7%이며 재배작형은 봄재배보다 여름 재배에서 높은 경향이 나타났다. 품종별로 자황이 가장 높고 풍농이 가장 낮아 다른 품종에 비해 저장력이 우수하다.

표 1. 저장기간 및 온도에 따른 감모율

(단위: %)

저장온도	4℃						10℃					
재배작형	봄재배			여름재배			봄재배			여름재배		
저장후(일)	30	60	90	30	60	90	30	60	90	30	60	90
미백	0.55	1.32	1.58	1.14	1.66	1.84	1.25	3.47	4.63	1.65	2.85	5.27
오륜	0.65	1.40	1.59	0.30	2.00	1.88	0.30	1.99	2.97	1.99	2.23	4.28
풍농	0.66	1.59	1.39	1.06	1.51	1.85	0.42	1.67	2.52	1.90	3.04	3.67
자황	0.67	1.36	1.69	1.27	2.22	2.82	1.99	3.56	5.07	3.23	7.54	9.74
수미	0.65	1.72	2.05	0.80	1.83	2.27	1.60	2.98	4.35	2.48	3.88	5.13

감자의 멍아율을 조사한 결과(표 2), 저장온도 10℃에서만 멍아가 발생하며 재배작형별로 여름재배보다 봄재배에서 높은 경향이 나타났다. 품종별로 미백은 저장 60일 이전에 자황과 오륜은 저장 60일 이후에 100%의 멍아율을 보였다. 풍농은 저장 60일 이후부터 멍아가 발생하여 저장력이 우수하였다.

표 2. 저장기간 및 온도에 따른 멍아율

(단위: %)

저장온도	10℃					
재배작형	봄재배			여름재배		
저장후(일)	30	60	90	30	60	90
미백	74	100	—	27	100	—
오륜	0	35	100	0	0.5	62
풍농	0	0	47	0	0	9
자황	0	65	100	0	62	100
수미	41	74	100	13	49	92

유리당인 sucrose, glucose, fructose을 저장온도 4℃에서 품종별로 분석한 결과(표 3) 유리당 함량 차이는 없었으나 저장기간이 길어짐에 따라 sucrose함량은 줄어들고 glucose, fructose함량은 증가하였다. 저장온도 10℃에서는(표 4) 미백, 오륜, 풍농의 유리당 총합량은 45.86mg/100g~137.85mg/100g 수준으로 낮았지만 수미, 자황은 110.54mg/100g~1314.32mg/100g로 높은 경향을 보였다. 또한 재배작형에 따라 봄재배와 여름재배의 경향 차이는 없었다. 감자는 품종, 재배환경, 저장조건에 등에 따라 유리당 함량 조성의 차이를 보이는 것으로 여겨진다.(Lee et al., 2009).

표 3. 저장온도(4℃)에 따른 재배작형별 당함량 변화

품 종	저장온도	4℃							
	재배작형	봄재배				여름재배			
	저장기간	sucrose (mg/100g)	glucose (mg/100g)	fructose (mg/100g)	총함량 (mg/100g)	sucrose (mg/100g)	glucose (mg/100g)	fructose (mg/100g)	총함량 (mg/100g)
미백	0일	50.42	ND	ND	50.42	93.48	ND	ND	93.48
	30일	1622.89	347.55	212.58	2183.02	652.78	84.32	84.96	822.06
	60일	663.99	304.92	218.75	1187.66	929.55	383.61	335.49	1648.65
	90일	553.2	301.26	254.28	1108.74	613.13	392.24	351.89	1357.26
오륜	0일	61.09	ND	ND	61.09	73.89	ND	ND	73.89
	30일	1166.57	364.85	296.69	1828.11	952.18	119.29	81.62	1153.09
	60일	1042.22	323.45	266.66	1632.33	763.91	676.54	559.06	1999.51
	90일	994.52	357.08	294.28	1645.88	655.15	648.56	660.41	1964.12
풍농	0일	88.83	ND	ND	88.83	45.86	ND	ND	45.86
	30일	1600.72	ND	115.30	1716.02	1305.98	ND	73.75	1379.73
	60일	1257.10	240.50	160.19	1657.79	1275.82	526.13	413.39	2215.34
	90일	928.32	298.22	184.28	1410.82	1120.53	590.64	482.69	2193.86
수미	0일	74.99	ND	ND	74.99	957.86	ND	ND	957.86
	30일	1212.33	707.98	626.72	2547.03	883.63	277.19	210.11	1370.93
	60일	596.91	289.75	419.14	1305.80	477.26	900.76	778.16	2156.18
	90일	499.85	541.60	341.39	1382.84	458.95	722.53	641.61	1823.09
자황	0일	912.29	201.88	200.15	1314.32	169.65	ND	76.77	246.42
	30일	1044.17	631.05	520.55	2195.77	962.28	196.66	140.42	1299.36
	60일	702.33	443.08	425.09	1570.50	817.15	642.54	58.30	1517.99
	90일	685.15	481.51	441.98	1608.64	726.82	599.16	100.81	1426.79

표 4. 저장온도(10℃)에 따른 재배작형별 당함량 변화

품 종	저장온도	10℃							
	재배작형	봄재배				여름재배			
	저장기간	sucrose (mg/100g)	glucose (mg/100g)	fructose (mg/100g)	총함량 (mg/100g)	sucrose (mg/100g)	glucose (mg/100g)	fructose (mg/100g)	총함량 (mg/100g)
미백	0일	50.42	ND	ND	50.42	93.48	ND	ND	93.48
	30일	84.06	ND	ND	84.06	88.33	ND	ND	88.33
	60일	39.86	ND	ND	39.86	61.30	ND	52.14	113.44
	90일	38.58	33.19	19.44	91.21	57.95	29.45	50.45	137.85
오륜	0일	61.09	ND	ND	61.09	73.89	ND	ND	73.89
	30일	103.47	ND	ND	103.47	74.43	ND	ND	74.43
	60일	92.95	ND	ND	92.95	62.16	ND	ND	62.16
	90일	71.26	ND	ND	71.26	58.25	ND	ND	58.25
풍농	0일	88.83	ND	ND	88.83	45.86	ND	ND	45.86
	30일	91.43	ND	ND	91.43	77.64	ND	ND	77.64
	60일	84.46	ND	ND	84.46	60.48	ND	ND	60.48
	90일	68.94	ND	ND	68.94	54.26	ND	ND	54.26
수미	0일	74.99	35.55	ND	110.54	957.86	ND	ND	957.86
	30일	196.05	100.47	94.28	390.8	200.13	81.32	75.68	357.13
	60일	80.42	110.40	88.65	279.47	88.29	185.41	137.64	411.34
	90일	76.66	152.65	97.87	327.18	80.95	200.55	148.36	429.86
자황	0일	912.29	201.88	200.15	1314.32	169.65	ND	76.77	246.42
	30일	278.30	65.99	84.18	428.47	139.77	ND	56.91	196.68
	60일	183.49	142.01	87.64	413.14	117.35	ND	58.30	175.65
	90일	198.23	158.12	90.68	447.03	110.89	45.12	62.47	218.48

(시험 2) 품종별 솔라닌 함량 조사

감자 글리코알칼로이드(솔라닌)은(표 5) 자황이 가장 높고 풍농이 가장 낮았다. 감자 글리코알칼로이드 일종인 α -solanine은 새알, 옥, 풍농, 수미, 대서 품종의 육질부분에 소량으로 존재하여 검출되지 않았으며 솔라닌은 품종의 유전적 특성, 생육기간, 수확 및 수확 후 관리 등 다양하게 영향을 받으므로 수확시기(90, 100, 110일)와 글리코알칼로이드 함량간에 뚜렷한 상관관계를 확인하지 못하였다.

표 5. 수확시기에 따른 감자 품종별 솔라닌 함량

파 종 후(일)	육 질						껍 질					
	α -chaconine (mg/100g · FW)			α -solanine (mg/100g · FW)			α -chaconine (mg/100g · FW)			α -solanine (mg/100g · FW)		
	90	100	110	90	100	110	90	100	110	90	100	110
미백	2.3	0.7	1.0	0.8	N.D	1.1	8.2	8.6	9.8	6.4	6.6	7.8
새알	0.9	0.8	1.4	N.D	N.D	N.D	10.5	8.7	4.7	7.2	5.2	2.9
옥	1.0	0.9	0.8	N.D	N.D	N.D	6.4	8.3	6.8	10.9	8.9	6.9
오륜	3.6	3.4	1.0	1.1	1.6	N.D	5.6	6.4	4	4.8	5.4	3.5
풍농	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	4.8	4.1	3.6	2.8	2.2	1.9
자황	2.5	2.4	3.8	1.4	N.D	N.D	6.3	6.4	6.4	5.5	5.3	5.9
수미	2.0	2.0	1.0	N.D	N.D	N.D	2.8	4.1	2.7	1.6	2.7	1.3
대서	1.3	0.7	0.9	N.D	N.D	N.D	3.8	4.3	5.1	2.3	2.5	3.2

4. 적 요

〈제2세부과제: 신품종 감자 수확 후 품질특성 연구〉

(시험 1) 저장기간 및 온도에 따른 품질 특성 변화

가. 감모율은 재배작형에 따라 여름재배에서 높았으며 품종별로 자황이 가장 높고 풍농이 가장 낮았음. 멍아발생은 봄재배에서 높은 경향을 보였으며 풍농은 저장 후 90일에 봄재배 47%, 여름재배 9%로 멍아 발생률이 낮아 저장이 우수한 것을 확인함

나. 유리당은 저장온도 4℃에서는 품종별로 차이는 없었으나 저장온도 10℃일 때 미백, 오륜, 풍농은 낮았으며 수미, 자황은 높았음

(시험 2) 품종별 솔라닌 함량 조사

가. 글리코알칼로이드(솔라닌)인 α -solanine/ α -chaconine 비율은 품종별로 차이가 있으며 1:2에서 1:10의 범위를 보였다. α -solanine은 새알, 옥, 풍농, 수미, 대서 품종의 육질부분에 소량으로 존재하여 검출되지 않았음

나. 솔라닌은 품종의 유전적 특성, 생육기간, 수확 및 수확 후 관리 등 다양하게 영향을 받으므로 수확시기(90, 100, 110일)와 글리코알칼로이드 함량간에 뚜렷한 상관관계를 확인하지 못하였음

5. 인용문헌

- Choi HD, Lee HC, Kim SS, Kim YS, Lim HT, Ryu GH. 2008. Nutrient components and Physicochemical properties of new domestic potato cultivars, Food Science and Technology. 40:382~388
- FAO/WHO. 1999. Summary of evaluations performed by the joint FAO/WHO expert committee on food additives (Jecfa). ILSI Press, Washington
- Friedman M. 2006. Potato glycoalkaloids and metabolites: Role in the plant in the diet, J. Agri. Food, chem. 54:8655-8681
- Tishel. M. and M. Mazelis. 1966. The accumulation of sugars in potato tubers at low temperature and some associated enzymatic activities. Phytochemistry 5:895-902.
- Kim YH, Kim GH, Ji HR, Lee YY, Park HM, Kwon OK, Kim SJ, Sohn WB. 2014. Glycoalkaloids content influenced by tuber parts and storage period in major potato cultivars of Korea. Korean J. Breed. Sci. 46(3):209-217.

6. 연구결과 활용

연도(연차)		활용방안	제 목				
2019(2년)		영농정보	수확시기에 따른 감자 품종별 솔라닌 함량 비교				
성과지표명		1년차(2018)		2년차(2019)		계	
		목 표	실 적	목 표	실 적	목 표	실 적
영농 활용	기술						
	정보			1	1		1
계		-		-	1	-	1

7. 연구원 편성

구 분	소 속	직 급	성 명	수행업무	참여년도	
					'18	'19
과제책임자	감자연구소	농업연구사	최 옥	과제 총괄	○	○
2세부책임자	감자연구소	농업연구사	최 옥	세부주관 수행	○	○
공동연구자	감자연구소	농업연구사	조수현	시험수행 및 평가	○	○
	감자연구소	"	맹진희	품질조사 지원	○	○
	감자연구소	"	김기성	품질조사 지원	○	○
	감자연구소	"	한규석	현장조사 지원	-	○
	감자연구소	농업연구관	하건수	평가분석 지원	○	○