

과 제 구 분	기본 Code:LS0205	수행시기	전반기	연구기간	2001~2002
연구과제명	경기지역 콩 고품질 브랜드화 연구			과제책임자	최 병 열
세부과제명	고기능성 물질 향상기술 개발				
색 인 용 어	콩, 장류콩, isoflavone, 파종기, 기상				
연구원별 임무					
구 분	소속(연구실)	성 명	전화번호	담 당 임 무	
세부과제책임자	경기도원, 작물연구과	최병열	031-229-5784	연구총괄	
공동연구자	"	이종형	031-229-5783	생육조사 및 생육관리	
	경기도원, 북부시험장	이은섭	031-834-3106		

ABSTRACT

It was known that isoflavone content in soybean grain would be affected by many environmental factors, especially temperature, the climate factor dependent on region and growing season. This study was conducted to investigate seed isoflavone content variation dependent on grown season, especially maturing seasons determined by seeding date.

Days to flowering and days of maturing period decrease in late seeding treatments. Averages of daily mean temperature, accumulate temperature during maturing period and grain development period decreased while daily temperature difference in maturing and seed development increased in late seeding treatment.

The grain late seeded contained more isoflavone, but 100grains weight decreased. Isoflavone content was correlated positively with daily temperature difference in stage of seed development, but negatively with average of daily mean temperature during maturing period and grain development .

It suggested that it was profitable to seed until June 15 to get advantage in making high quality brand with superior in market.

Key words : Soybean, Marketing quality, isoflavone, Seeding date

1. 연구목표

콩 종실에 함유되어 있는 isoflavone 함량은 유전적, 환경적 변이가 크게 나타나는 것으로 알려져 있다. Eldridge 와 Kwolek(1983)은 콩 품종들의 isoflavone 함량을 분석한 결과 품종별로 116~309mg/100g의 품종변이와 같은 품종도 장소에 따라 46~195mg/100g의 함량변이를 보고하였다. 특히 환경변이 중 수확시기와 재배지에 따른 변이가 크게 나타나는데 Kitamura 등(1991)은 울콩품종의 isoflavone 함량이 추대두형 품종들보다 낮고 같은 울콩품종도 파종기를 늦춰 등숙기에 온도가 낮아짐에 따라 함량이 증대하는 것을 보고하였다. 또 塚本知玄(1995)은 큐수보다 기온이 낮은 쓰꾸바에서 재배한 콩이, 같은 쓰꾸바지역에서도 9월 15일 이전에 수확한 품종보다 9월 15일 이후에 수확한 것이 함량이 더 높고 상대적으로 평균기온이 높은 브라질 및 동남아시아 지역에서 재배한 콩이 함량이 낮아 수확시기의 온도의 영향이 커 isoflavone 함량은 종실의 비대기부터 수확기까지 축적기간의 온도가 영향이 가장 클 것으로 예상된다.

콩 재배시 파종기는 개화, 결실 및 성숙일수를 변화시키고 경장, 분지수, 주경절수와 기상재해에 대한 반응 등의 생육 전반에 영향을 미쳐 최종적으로는 개체당협수, 협당립수, 등숙율, 100립중에 영향을 미쳐 수량을 결정짓는 중요한 요소로 작용한다고 알려져 있다(Betty 등 1982, 최 등,

1980, 조재영 1987). 또 파종기 변화는 성숙기의 환경 특히 온도를 변화시키고 수분, 병충해, 기상재해에 영향을 미쳐 콩의 품질을 결정하는 가장 중요한 요소로 알려져 있다(이홍석, 1994).

파종기가 콩의 생육 및 수량에 미치는 영향에 대한 연구로는 파종기가 지연됨에 따라 개화일수, 결실일수, 성숙일수 등의 단축, 경장, 경직경, 주경절수, 분지수 등의 생장 감소와, 개체당협수, 개체당립수, 100립중 감소가 보고되어 있고(최 경구 등, 1981) 부족한 영양생장량, 조기개화, 짧은 성숙기간이 만파시 수량감소요인이 된다는 보고(Boquet 등 1983) 등이 있어 파종기는 콩의 생육 및 수량 전반에 영향이 큰 것으로 생각된다.

본 연구는 파종시기가 달라짐에 따른 콩의 수량 및 isoflavone함량 변이를 구명하여 고 생리활성을 지닌 콩을 생산하기 위한 재배기술을 개발하고자 실시한 결과를 보고하고자 한다.

2. 재료 및 방법

파종기에 따른 등숙기 이동이 isoflavone 함량에 미치는 영향을 알아보기로 2001~2002년에 걸쳐 화성, 연천에서 황금콩, 태광콩, 장원콩을 5월1일~6월30일까지 파종하고 농촌진흥청 표준재배법에 준하여 재배한 콩을 사용하였다. 생육조사는 농촌진흥청 농사시험연구 조사기준에 따랐으며 isoflavone 함량분석은 성숙한 콩을 미숙립

표 1. HPLC 분석조건

구 분	조 건
분석기기	Sykam HPLC system
이동상 (isocratic)	AcotoNitrile:water=35:65 (0.1% acetic acid 포함)
Flow rate	1.0ml/min
시료주입량	20ul
Column	YMC AM303

을 제거하고 수분이 14%정도가 될 때까지 3일간 40℃에서 풍건하여 마쇄한 다음 5g씩 평량하여 1N-HCl 30ml를 가한 후 100℃에서 90분 동안 가열하여 배당체를 aglycone 형태로 변환시킨 후 Methanol 30ml를 가한 후 실온에서 1시간 동안 정치하였다. 이 혼합액을 watmann No. 42 여과지로 여과한 후 methanol를 이용하여 100ml로 정용하였다. 이 가수분해액을 10배 희석하여 분석시료로 사용하였으며 HPLC 분석조건은 표1과 같았다. 또 isoflavone 함량과 기상요소간에 상관관계를 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

가. isoflavone 표준 검량선

isoflavone 함량을 분석하고자 사용한 aglycone 형태의 genistein, daidzein, glycitein(Sigma co.) 표준품들의 표준검량식을 구한 결과 그림 1과 같이 genistein $Y(\text{peak area})=64.363X-9.4894$, daidzein $Y=25.613X+2.4365$, glycitein $Y=5.3364X+5.0571$ 이었으며 이들의 결정계수는 0.99이상으로 높게 나타나 검량식으로 사용하였다.

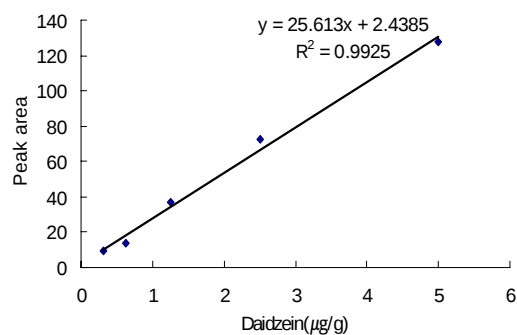
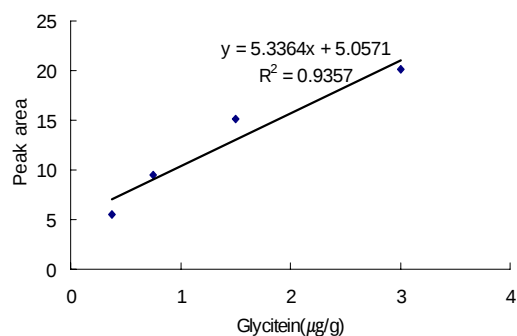
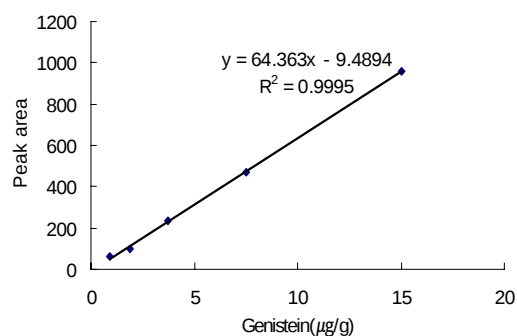


그림 1. 표준검량선

나. 파종기 이동에 따른 개화일수, 성숙일수의 변화

파종기에 따른 품종들의 개화일수와 성숙일수를 조사한 결과 표 2와 같이 개화일수는 연천지역 64~40일, 화성 67~42일로 파종기가 늦어짐에 따라 3품종 모두 단축되는 경향이였다. 성숙기도 같은 경향으로 연천 84~62일, 화성 92~73일로 3품종 모두 파종기가 늦어짐에 따라 단축되었으며 이로 보아 파종기가 늦어짐에 따라 영양생장기간 및 등숙기간이 짧아짐을 알 수 있었다.

간으로 이동되었기 때문으로 생각된다. 3품종 평균등숙기 적산온도는 파종기에 따라 연천은 1,302~2,124℃, 화성에서는 1,421~2,128℃의 범위를 보였으며 3품종 모두 파종기가 늦어짐에 따라 작아졌는데 등숙기간이 기온이 낮은 기간으로 이동되고 등숙일수가 단축되기 때문으로 생각된다.

3품종 평균 등숙기 평균일교차는 파종기에 따라 연천은 10.5~12.6℃, 화성에서는 8.9~10.5℃의 범위를 보였으며 3품종 모두 파종기가 늦어짐에 따라 커지는 경향이였

표 2. 파종기 이동에 따른 개화일수, 성숙일수의 변화

품 종	파종기	개화일수				성숙일수			
		황금콩	태광콩	장원콩	평균	황금콩	태광콩	장원콩	평균
연천	5월 1일	64	66	61	64	87	82	84	84
	5월15일	57	59	58	58	82	79	76	79
	5월30일	54	55	52	54	74	70	71	72
	6월15일	45	47	40	44	67	69	68	68
	6월30일	39	42	39	40	62	62	63	62
화성	5월 1일	68	68	67	67	90	92	95	92
	5월15일	63	63	63	63	87	88	89	88
	5월30일	58	59	58	58	81	82	84	82
	6월15일	49	49	50	49	76	78	80	78
	6월30일	41	43	43	42	71	72	76	73

이에 따른 품종들의 발육단계별 기상특성은 표 3과 같이 3품종 평균 등숙기평균 기온은 파종기에 따라 연천은 17.6~22.4℃, 화성에서는 18.4~22.7℃의 범위를 보였으며 3품종 모두 파종기가 늦어짐에 따라 낮아졌는데 등숙기간이 기온이 낮은 기

다. 이는 파종기가 늦어짐에 따라 등숙기간이 일교차가 큰 기간으로 이동되었기 때문으로 생각된다. 한편 시험품종들의 평균 등숙기적산일교차는 파종기에 따라 연천은 786~982℃, 화성에서는 772~877℃의 범위를 보였으며 3품종 모두 파종기가 늦어

짐에 따라 작아졌는데 등숙기간이 일교차가 큰 기간으로 이동되었으나 등숙일수가 단축되어 적산일교차가 작은 것으로 나타났다.

특히 콩 종실이 비대되는 종실비대기(R_5)에서 수확기(R_8)까지의 기상특성은 표 4와 같이 평균기온은 품종별로 파종기에 따라

연천은 17.3~21.7℃, 화성에서는 17.3~21.9℃로 3품종 모두 파종기가 늦어짐에 따라 낮아졌는데 립 비대시기가 기온이 낮은 기간으로 이동되었기 때문으로 생각된다. 3품종 평균 적산온도는 파종기에 따라 연천은 870~1,543℃, 화성에서는 940~1,584℃로 3품종 모두 파종기가 늦어짐에 따라 작아졌

표 3. 파종기에 따른 등숙기간 기온 변화

품 종	파종기	평균온도(℃)				적산온도(℃)			
		황금콩	태광콩	장원콩	평균	황금콩	태광콩	장원콩	평균
연천	5월 1일	22.0	22.4	21.7	22.0	2,021	1,883	2,124	2,009
	5월15일	21.5	21.7	21.2	21.5	1,887	1,821	1,886	1,865
	5월30일	20.6	21.4	20.4	20.8	1,873	1,562	1,758	1,731
	6월15일	20.6	20.4	19.8	20.3	1,481	1,534	1,646	1,554
	6월30일	19.6	19.4	17.8	19.0	1,273	1,302	1,421	1,332
화성	5월 1일	22.7	22.6	22.4	22.6	2,068	2,079	2,128	2,092
	5월15일	21.9	21.7	21.5	21.7	1,901	1,930	1,976	1,936
	5월30일	21.1	20.9	20.8	20.9	1,684	1,689	1,747	1,707
	6월15일	20.5	20.4	19.8	20.2	1,559	1,589	1,582	1,577
	6월30일	19.8	19.2	18.4	19.1	1,428	1,403	1,431	1,421

품 종	파종기	평균일교차(℃)				일교차적산(℃)			
		황금콩	태광콩	장원콩	평균	황금콩	태광콩	장원콩	평균
연천	5월 1일	10.6	10.5	10.8	10.6	975	883	982	947
	5월15일	10.6	10.9	11.1	10.9	956	913	890	920
	5월30일	11.6	11.4	11.8	11.6	923	818	883	875
	6월15일	11.5	11.6	11.9	11.7	828	802	836	822
	6월30일	12.5	12.7	12.7	12.6	815	744	798	786
화성	5월 1일	8.9	8.9	9.1	9.0	808	820	864	831
	5월15일	9.3	9.4	9.5	9.4	810	835	877	841
	5월30일	9.6	9.8	9.6	9.7	770	790	805	788
	6월15일	10.0	9.8	9.9	9.9	757	765	794	770
	6월30일	10.2	10.5	10.5	10.4	735	765	817	772

는데 립비대시기가 일교차가 큰 기간으로 이동되었으나 립비대기간이 단축되어 작게 나타난 것으로 생각된다.

또 시험품종들의 평균일교차는 파종기에 따라 연천은 11.2~13.9℃, 화성에서는 9.1~11.4℃로 3품종 모두 파종기가 늦어짐

에 따라 커지는 경향이었는데 파종기가 늦어짐에 따라 립 비대기간이이 일교차가 큰 기간으로 이동되었기 때문으로 판단된다.

시험품종들의 평균 등숙기적산일교차는 파종기에 따라 연천은 702~803℃, 화성에서는 618~662℃로 3품종 모두 파종기가 늦

표 4. 파종기에 따른 립비대기(립비대기(R5)~성숙기(R8))의 기온변화

품 종	파종기	평균온도(℃)				적산온도(℃)			
		황금콩	태광콩	장원콩	평균	황금콩	태광콩	장원콩	평균
연천	5월 1일	21.7	22.1	21.2	21.7	1,560	1,413	1,656	1,543
	5월15일	20.5	20.6	20.1	20.4	1,393	1,321	1,389	1,368
	5월30일	19.3	20.3	19.1	19.6	1,372	1,074	1,261	1,236
	6월15일	19.4	19.3	18.6	19.1	1,012	1,060	1,173	1,082
	6월30일	18.0	17.9	16.0	17.3	811	839	959	870
화성	5월 1일	22.0	21.8	21.7	21.9	1,559	1570	1,624	1,584
	5월15일	20.7	20.5	20.3	20.5	1,385	1671	1,459	1,505
	5월30일	20.0	20.2	20.1	20.1	1,197	1203	1,259	1,220
	6월15일	19.5	19.6	19.2	19.4	1,087	1117	1,112	1,105
	6월30일	18.2	17.4	16.4	17.3	949	922	950	940

품 종	파종기	평균일교차(℃)				일교차적산(℃)			
		황금콩	태광콩	장원콩	평균	황금콩	태광콩	장원콩	평균
연천	5월 1일	11.3	11.1	11.3	11.2	817	708	883	803
	5월15일	11.6	11.7	11.9	11.7	791	747	822	787
	5월30일	12.6	12.4	12.9	12.6	695	660	849	735
	6월15일	12.9	13.0	13.1	13.0	670	713	827	737
	6월30일	13.9	14.0	13.7	13.9	625	659	823	702
화성	5월 1일	9.0	9.1	9.3	9.1	640	652	695	662
	5월15일	10.0	10.1	10.2	10.1	670	755	737	721
	5월30일	10.8	10.2	10.1	10.4	648	666	983	766
	6월15일	11.3	11.1	11.1	11.2	641	664	794	700
	6월30일	11.2	11.5	11.4	11.4	584	610	661	618

어짐에 따라 작아졌는데 립비대기간이 일교차가 큰 기간으로 이동되었으나 립비대기간이 단축되어 적산일교차가 작은 것으로 나타났다.

이로 보아 파종기가 늦어짐에 따라 등숙기, 립비대기 등이 단축되었으나 평균기온이 낮고 일교차가 큰 기간으로 이동되어 종실의 생성 및 비대가 저온하에서 이루어진 것으로 나타났다.

다. 파종기에 따른 isoflavone 함량 및 기상특성과의 관계

파종기에 따른 종실의 isoflavone 함량은 표 5와 같이 시험품종들의 평균함량은 파종기에 따라 연천은 1,045~1,189mg/kg, 화성에서는 1,022~1,782℃로 3품종 모두 파종기가 늦어짐에 따라 높은 것으로 나타났다.

또 기상특성과의 상관계수는 표 6과 같았는데 등숙기 기상과의 관계는 등숙기 적산온도와 부의 상관을 보였으나 등숙기평

표 5. 파종기에 따른 isoflavone 함량의 변화(단위:mg/kg)

품종	지역	5월1일	5월15일	5월30일	6월15일	6월30일
연천	황금콩	1,008± 48.1	1,027± 56.6	1,284± 27.6	1,575±426.5	1,940± 93.6
	장원콩	1,074± 39.7	1,067± 37.3	1,324± 40.6	1,419± 79.9	1,698± 70.8
	태광콩	1,052±171.9	1,049±235.6	1,392± 15.8	1,600± 66.8	2,037±131.7
	평균	1,045	1,048	1,333	1,531	1,892
화성	황금콩	936± 28.7	996±185.9	1,042±166.4	1,219± 36.6	1,744± 46.6
	장원콩	1,134± 61.2	1,159± 15.1	1,176± 23.9	1,241± 36.4	1,804± 47.8
	태광콩	995± 62.0	1,058± 46.7	1,025± 64.5	1,368±279.6	1,797±139.7
	평균	1,022	1,071	1,081	1,276	1782

표 6. isoflavone 함량과 주요형질간 상관계수

품종	등숙기평균 기온	등숙기적산 온도	등숙기 평균 일교차	등숙기 일교차 적산	비대기평 균 기온	비대기 적산 온도	비대기 일교차 평균	비대기 일교차 적산
황금콩	-0.37ns	-0.89**	-0.37ns	-0.35ns	-0.89**	-0.89**	0.74*	-0.53ns
태광콩	-0.39ns	-0.91**	0.44ns	-0.50ns	-0.89**	-0.86**	0.80*	-0.49ns
장원콩	-0.40ns	-0.86*	0.57ns	-0.16ns	-0.84*	-0.86*	0.62*	-0.60ns

표 7. 파종기에 따른 생육 및 수량

품 종	파종기	백립중(g)				수량(kg/10a)			
		황금콩	태광콩	장원콩	평균	황금콩	태광콩	장원콩	평균
연천	5월 1일	32.1	27.4	30.1	29.9	269	280	237	262
	5월15일	30.4	27.2	30.0	29.2	261	245	270	259
	5월30일	28.3	24.7	28.9	27.3	290	239	236	255
	6월15일	27.7	23.8	28.6	26.7	286	274	291	284
	6월30일	28.6	23.1	27.8	26.5	337	306	299	314
화성	5월 1일	30.3	27.9	29.3	29.2	224	240	208	224
	5월15일	30.3	27.5	29.0	28.9	227	241	216	228
	5월30일	27.6	26.1	28.3	27.3	213	225	218	219
	6월15일	26.5	25.9	26.5	26.3	208	217	185	203
	6월30일	25.7	23.1	25.3	24.7	207	181	172	187

균기온, 등숙기 평균일교차, 등숙기 일교차 적산과 상관의 인정되지 않았으며 종실비 대기에는 비대기 일교차평균은 고도의 정의 상관, 비대기평균기온, 비대기 적산온도 및 일교차평균과 부의 상관을 보였다. 이로 보아 등숙기보다는 비대기가 밀접한 관련이 있고 특히 비대기에 평균기온이 낮고 일교차가 클수록 isoflavone 함량이 높은 것으로 나타나 종실비대기에 단백질, 지방 등 종실건물중 비대가 왕성하다는(이 등, 1994) 보고로 볼 때 이시기에 isoflavone 이 집적되는 것으로 추정되며 이시기의 기상조건이 isoflavone 함량에 영향이 클 것으로 생각되나 종실발달과정 중 isoflavone 집적에 대한 면밀한 검토가 필요한 것으로 생각된다.

라. 파종기에 따른 백립중 및 수량

파종기에 따른 콩 품종들의 백립중 및

수량은 표 7과 같이 나타났다. 시험품종들의 평균백립중은 연천은 26.5~29.5g, 화성은 24.7~29.1g으로 나타나 파종기가 늦어짐에 따라 감소하는 경향을 보였다. 적기 파종으로 알려진 5월 15일에 비하여 5월 1일 파종시는 증대되는 경향이었으며 지역에 따라 5월30일 파종시는 5.5~6.5%, 6월 15일 파종시에는 8.6~9.0%, 6월30일 파종시에는 9.2~12.8% 감소되는 것으로 나타났다. 10a당 수량의 경우는 지역별로 다른 경향을 보였는데 파종기가 늦을수록 연천 지역은 증수되었으나 화성지역에서는 감수되어 지역에 따른 차이가 크게 나타나 면밀한 검토가 필요한 것으로 생각된다. 이상을 종합해보면 파종기가 늦을수록 isoflavone 함량은 증가되나 백립중이 감소되므로 백립중이 크게 감소되지 않았던 5월30~6월 15일경이 파종에 알맞을 것으로 생각되나 isoflavone 함량을 백립중보다 소

비자의 선호도가 증대된다면 파종기에 대한 추후 검토가 필요한 것으로 생각된다.

4. 적 요

고 생리활성을 지닌 콩을 생산하기 위한 재배기술을 개발하고자 파종시기에 따른 콩의 수량 및 isoflavone 함량 변이를 조사한 결과는 다음과 같다.

- 가. 개화일수는 연천 64~40일, 화성 67~42일, 성숙일수도 연천 84~62일, 화성 92~73일로 나타났으며 파종기가 늦을수록 감소하는 경향이였다.
- 나. 발육단계별 기온특성은 파종기가 늦어짐에 따라 등숙기평균온도, 등숙기 적산온도, 립비대기 평균온도, 립비대기 적산온도가 감소하는 경향이였으며 등숙기일교차평균, 립비대기 일교차평균은 증가하여 종실발달시기가 늦어질수록 기온이 낮고 일교차가 커지는 경향이였다.
- 다. isoflavone 함량은 등숙기평균기온, 립비대기 평균기온과 부의 상관을, 립비대기 일교차평균과 정의 상관을 보였다.
- 라. 파종기별 종실내 isoflavone 함량은 파종기가 늦어질수록 증가하는 경향이였으나 백립종이 감소하여 시장경쟁력향상을 위해서는 5월30일~6월15일 이전에 파종하는 것이 유리하였다.

5. 인용문헌

- Betty K. D., I. L. Eldridge and A. M. Simpson. 1982. Soybean response to different planting patterns and dates. *Agron. J.* 74 : 859-861.
- Boquet D. J., Koonce K. L. and Walker D. M. 1983. Row spacing and planting date effect on the yield and growth response of soybeans. *Louisiana Agric. Exp. Stn. Bull.* 754. Board J. E. 1985. Yield components associated with soybean yield reductions at nonoptimal planting dates. *Agron. J.* 77:135-140)
- 조재영. 1987. 전작. 향문사. pp:290-291
- 최경구, 김진기, 권용주, 이성춘, 전병기. 1980. 주요 대두품종의 생태적 특성에 관한 연구. 제 1보 파종기가 수량 및 제 특성에 미치는 영향. *한작지* 25(3):41-49
- Eldridge A. C. and Kwolek. 1983. Soybean isoflavones: Effect of environment and variety on composition. *J. Agri. Food Chem.* 31:394-396
- Kitamura K., K. Igita, A. Kikuchi, S. Kudou and K. Okubo. 1991. Low isoflavone content in some early maturing cultivars, so called "summer-type soybeans"(Glycine max (L) Merrill). *Japan J. Breed.* 41:651-654
- 이홍석. 1994. 콩 유전육종과 재배생리. 서울대학교 출판부. 서울. pp:345-359
- 塚本知玄. 1995. 大豆不快味成分の改變に關する遺傳育種學的研究. 日本東北大學院農學研究科博士學位論文