

울무 播種期 및 開花後 日數에 따른 種實重과 種實의 理化學的 特性 變異

崔 昌 均* · 尹 基 豪* · 金 光 鎬*

Dry Matter Weight and Physicochemical Property of Job's Tears Grain of Different Sowing Dates and Days after Flowering

Chang Kyoon Choi* · Ki Ho Yoon* and Kwang Ho Kim*

ABSTRACT : This study was carried out to clarify the changes in dry matter weight and physicochemical property of job's tears grain during ripening period. Four varieties of job's tears were seeded at April 20, May 10, and May 30, and grains were harvested at every 7 days from heading to maturity. The whole seed weight of thick hull varieties, Kimje and Aewon, was higher than that of improved thin hull varieties, Suwon 3 and Suwon 6, from heading to maturity. However, the dehulled grain weight of thin hull variety were higher than that of thick hull variety from 35 days after heading. The first heading spikelet showed lower 100-grain weight compared with the spikelets headed at full blooming stage among the same plant. The increased rate of dehulled grain weight during maturing period was higher in thin hull variety than thick hull one, later seeding date than early seeding, and intermediate headed spikelet than early headed one, respectively.

As maturing proceeds the protein content of dehulled grain was decreased, alkali digestibility value(ADV) showed a rising trend, and little change was found in gel consistency of milled grain flour. And same trends were found in protein content, ADV and gel consistency as the seeding date was delayed. Among amylogram properties of job's tears flour the maximum, minimum, and final viscosity as well as breakdown were decreased, and set back was increased in later seeding plots

울무는 그 종실을 주로 건강식품, 嗜好食品 및 藥用으로 사용하기 때문에 종실의 품질이 중요한 의미를 갖는다. 울무의 성숙된 종실은 7.5-20%의 粗蛋白質, 1.8-8%의 粗脂肪, 50-79%의 炭水化合物 그리고 0.5-2.3%의 粗灰分을 함유하고 있다^{1,3,5,6,8,9}. 울무 종실의 품질에 관련된 化學成分은 품종 및

재배환경에 따라 큰 차이가 있기 때문에 울무의 효과적인 육종, 재배 또는 이용을 위하여는 종실의 품질형성과정에 대한 면밀한 검토가 필요하다.

울무 종실의 생리적 성숙기는 출수 후 40일경이라고 하나⁶ 실제 재배포장에서는 출수로부터 63-66일이 경과해야 완전히 성숙하는데 파종기가 늦

* 건국대학교 농과대학 (Dept. of Agronomy, Kon-Kuk University, Seoul 133-701, Korea)

('95. 1. 21. 接受)

어지면 성숙일수가 연장된다^{2,10)}. 울무를 極早播하거나 極晚播하면 적기에 파종한 경우보다 百粒重 및 등숙비율이 감소하며^{2,4)} 종실의 조성분을 변화시킨다^{2,3)}.

울무는 파종기가 늦어질수록 종실의 蛋白質含量은 증가하고 粗纖維함량은 감소하며²⁾, 출수후 성숙이 진전되면서 蛋白質含量은 감소하고 澱粉과 脂肪함량은 증가한다⁶⁾. 울무는 종실의 胚乳비율⁷⁾, 전분함량, 糊凝集性 및 아밀로그래프특성상의 품종간 차이^{5,8)}가 인정되었으며, 胚乳의 아밀로스 함량이 0에 가까운 찰(waxy) 전분임이 밝혀졌다^{5,8,11,12)}. 또 울무의 종실 蛋白質은 Albumin 24%, Globulin 14%, Prolamin 21% 그리고 Glutelin 40%로 구성되어 있고⁹⁾ 전분의 모양과 크기는 옥수수 전분과 유사하다고 한다¹²⁾.

본 연구는 등숙환경이 다른 조건에서 성숙하고 있는 울무 종실의 품질관련 특성의 형성과정을 검토하기 위하여 수행하였다.

材料 및 方法

본 시험은 1992년에 서울 소재 건국대학교 농과대학 전작실험포에서 실시하였으며 기간중 강우량은 1,223mm로서 최근 10년간의 평균강우량 1,227mm와 비슷했으나 예년에 비하여 4-5월의 강우량이 약간 많은 반면 6월에는 약간 적었으며 기온은 대체로 평년 기온과 같았다.

울무품종 김제종, 애원울무, 수원3호, 수원6호를 4월 20일, 5월 10일, 5월 30일 3차에 걸쳐 파종하였다. 畦間 50cm, 株間 10cm간격으로 3-4립씩 점파하고 발아후 솟음하여 株當 1본씩만 남겼다. 시비량은 복합비료를 10a당 질소 13kg 수준으로 소량 基肥로 사용하였다.

출수후 일수에 따른 種實重 변화와 종실내 成分蓄積過程을 검사하기 위하여 각 시험구에서 가장 빨리 출수한 小穗와 그로부터 2주후에 출수한 종실을 품종별로 각각 800개씩 색깔이 다른 색실로 묶어 표지해 놓고 7일 간격으로 종실 50-200개씩을 8회에 걸쳐 수확하였다. 수확한 종실은 70℃에서 3일간 건조하여 그 무게를 조사하고 다시 껍질과 玄粒(배유)을 분리하여 각각 百粒重을 측정하였다.

등숙과정별 종실의 이화학적 특성을 검사하기 위하여 알칼리 崩壞度는 Juliano방법에 따라 KOH 1.8%에 각각 울무쌀 6립을 침지한 후 30℃ 항온

기에 23시간 경과시킨 다음 울무 쌀알이 붕괴된 정도에 따라 1-7등급(IRRI 방법)으로 구분하여 조사하였다.

울무가루의 糊凝集性은 100 mesh 정도로 분쇄한 울무가루 100, 120 및 140mg을 각각 0.2N KOH에서 호화시킨 다음 30℃ 항온상태에서 수평으로 눕혀놓고 60분간 흘러간 gel의 길이로 나타냈다.

아밀로그래프 특성은 수분함량이 3%정도가 되도록 건조시킨 울무가루 60g을 450ml의 증류수에 풀어서 현탁액을 만든 후 Brabender Amylograph를 이용하여 30℃에서 93℃까지 1.5℃/min의 속도로 온도를 높였다가 다시 70℃까지 냉각시키면서 울무가루의 糊化開始溫度, 最高粘度, 最低粘度 및 最終粘度를 조사하였다. 그리고 最終點度에서 最高점도를 뺀 setback, 最高점도와 最低점도의 차이인 break down, 最終點도와 最低점도의 차이인 consistency를 구하였다.

蛋白質 함량은 울무 정백미가루를 수분함량 6%로 건조하여 Semi micro Kjeldhal법으로 조사한 全窒素 함량에 울무의 질소계수 5.95를 곱하여 계산하였다.

結果 및 考察

1. 出穗後 日數에 따른 種實 乾物重의 變化

(1) 종실의 乾物重

4월 20일부터 20일 간격으로 3회에 걸쳐 파종한 4품종의 출수후 일수에 따른 平均百粒重의 변화를 표 1에서 보면 厚皮種인 김제종과 애원울무가 薄皮種인 수원3호나 수원6호보다 출수직후부터 출수후 42일까지 모두 높았으며 厚皮種은 출수직후부터 종실乾物重 증가량이 薄皮種보다 더 높았다.

공시한 각각의 품종내에서 출수 개시일로부터 3-5일 사이에 출수한 小穗(First heading)와 그로부터 2주후에 출수한 小穗(Second heading)의 등숙과정때 따른 百粒重을 비교한 결과 어느 품종 어느 파종기에서나 초기에 출수한 것보다 2주 후에 출수한 것의 종실중이 모두 높았다. 또 초기에 출수한 小穗는 출수후 2주까지는 종실乾物重 증가속도가 느렸으나 2주 후에 출수한 小穗는 출수직후부터 종실乾物重 증가속도가 빨랐다(그림 1). 이와 같이 初期出穗한 小穗의 발육이 더딘 것은 한포기내에서 출수하는 기간이 30여일이나 되기 때문에 초기에 출수한 小穗의 등숙이 그 이후에 출

Table 1. Changes in 100 grains weight during ripening period of four varieties grown at different seeding date conditions

(unit:gr)

Variety	Seeding date	Days after heading							
		0	7	14	21	28	35	42	56
Kimje	Apr. 20	2.12	3.78	6.56	9.17	9.52	10.40	11.15	12.01
	May 10	2.51	3.64	5.60	8.43	9.66	10.47	11.84	11.48
	May 30	2.37	3.85	6.20	8.03	9.10	9.73	10.07	11.00
Aewon	Apr. 20	2.40	3.82	5.93	7.16	9.01	9.58	10.32	11.42
	May 10	2.87	4.60	5.78	9.19	10.01	10.49	12.06	11.94
	May 30	2.60	4.08	6.10	8.52	9.67	10.98	11.66	11.36
Suwon 3	Apr. 20	1.62	3.28	4.38	6.04	8.08	9.24	10.56	10.96
	May 10	2.25	3.08	5.23	7.11	8.81	10.06	12.03	11.80
	May 30	2.22	3.21	4.81	7.55	8.43	9.61	10.07	10.78
Suwon 6	Apr. 20	2.17	2.63	4.78	7.69	8.98	9.52	10.36	11.12
	May 10	2.13	3.23	5.23	7.57	8.20	10.17	11.13	11.87
	May 30	2.40	3.30	4.38	5.84	8.52	10.34	11.56	11.10

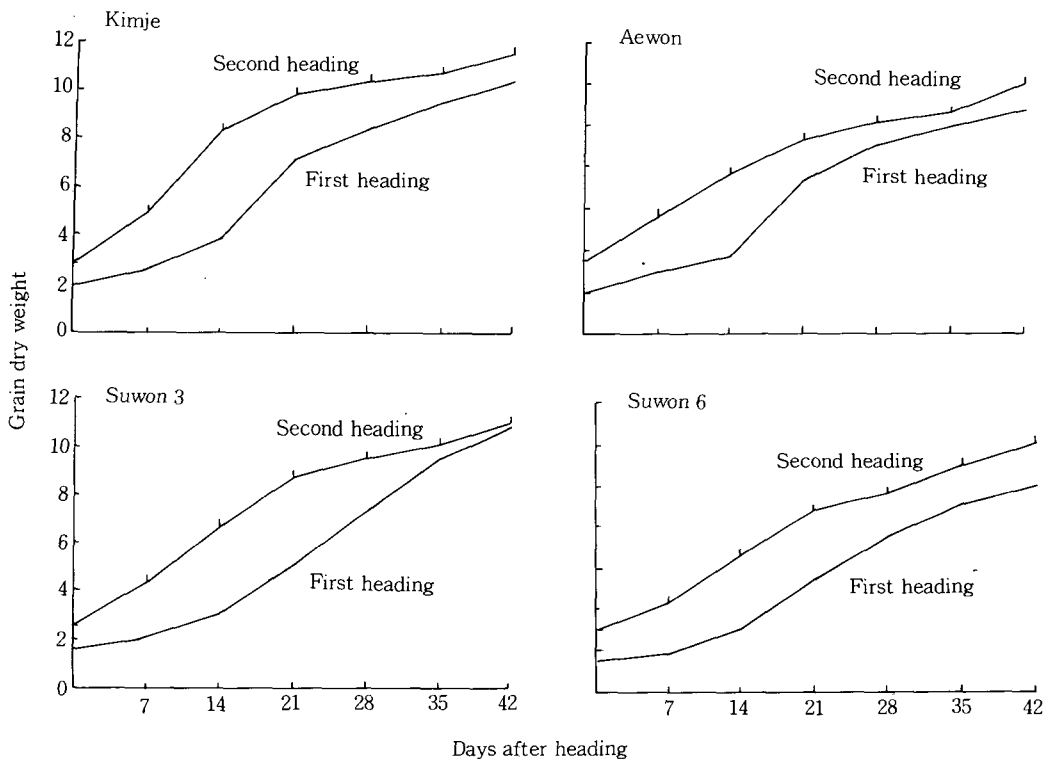


Fig. 1. Changes in 100 grains(including hull) weight of four varieties during ripening period in Job's tears.

수한 대다수 小穗의 형성 발육과 시기적으로 겹쳐서 체내 영양배분상 등숙에 불리하기 때문인 것으로 판단된다.

출수후 일수에 따른 종실 乾物重의 변화 양상을 3파종기간에 비교해 보면 1차 및 2차 파종구에서는 등숙말기에 종실乾物重 증가속도가 완만해 졌으나 2차 파종구에서는 지속적으로 증가된다는 특징을 보였다. 이와 같은 현상은 공시한 4품종 모두에서 나타났고 특히 김제종에서 두드러졌다. 5월 20일 파종인 3차 파종구의 경우 8월 30일 경에 출수한 種實의 등숙 양상 즉 종실乾物重 증가가 정상적으로 이루어지는 것으로 보아 등숙이라는 측면에서 서울지방에서는 8월 30일까지 출수하여도 무방할 것으로 생각하였다.

(2) 玄粒重과 玄粒率

출수후 일수에 따른 4품종의 玄粒重과 玄粒率을 조사한 결과를 그림 2와 표 2에 나타내었다.

출수후 일수에 따른 玄粒重의 변화를 파종기간

에 비교해 보면 2차 파종구는 출수직후부터 1차 및 3차 파종구보다 높은 증가를 유지하였고 출수후 42일에는 2차 파종구의 玄粒 百粒重에 비하여 1차 및 3차 玄粒 百粒重 평균이 낮게 나타났다.

초기에 출수한 種實는 출수직후부터 출수후 21일까지는 玄粒重 증가속도가 느렸으나 중기에 출수한 種實는 출수직후부터 玄粒重 증가속도가 빨랐으며 玄粒重도 항상 무거웠다.

출수후 일수에 따른 4품종의 玄粒率을 보면 厚皮種은 출수직후부터 출수후 21일까지는 급속히 증가하나 薄皮種은 출수후 7일부터 21일 사이의 증가속도가 빨랐다. 출수후 42일에는 수원3호, 수원6호, 김제종 및 애원종의 玄粒率이 각각 67%, 66%, 64% 및 64%로서 이 등⁷⁾이 조사 보고한 69%, 67%, 61% 및 56%와는 다소 차이가 있는데 이는 재배법과 도정기술의 차이에서 기인한 것으로 생각된다.

출수후 일수에 따른 파종기간 玄粒率을 비교해

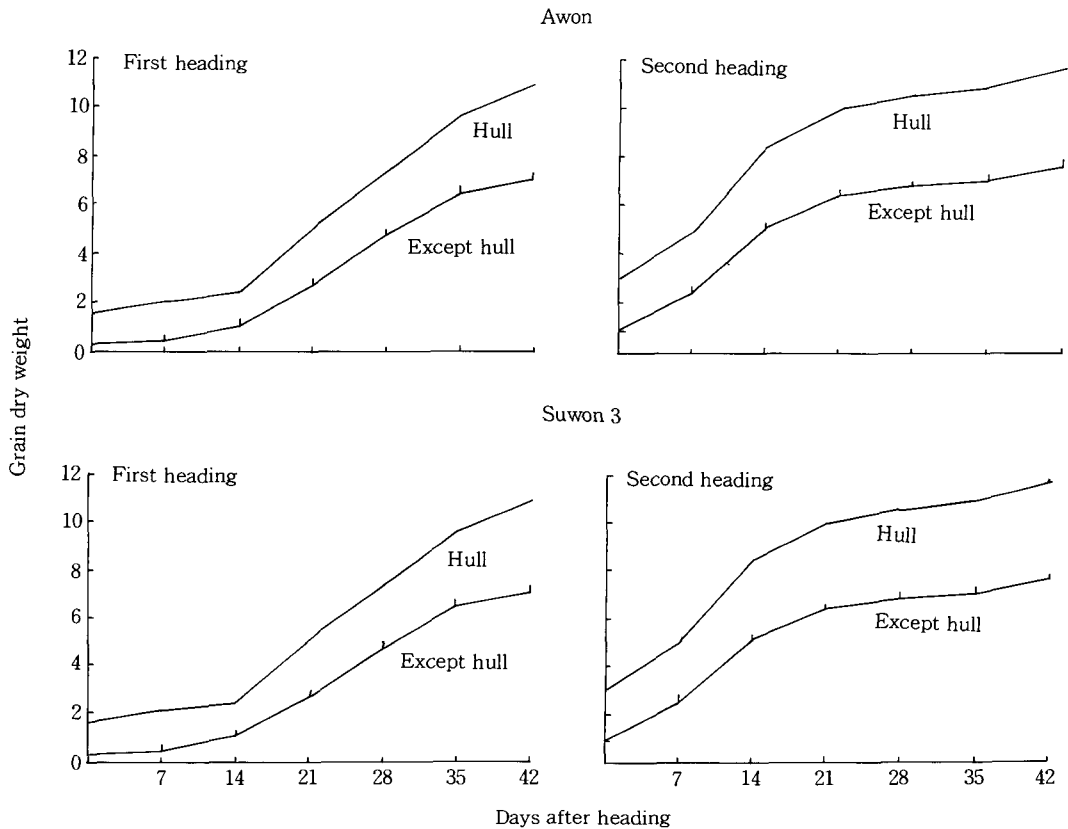


Fig. 2. Changes in 100 grain weight of dehulled grains during ripening period in Job's tears.

Table 2. Changes in dehulled grain weight ratio during ripening period in Job's tears

(unit: %)

Variety	Seeding	Days after heading							
	date	0	7	14	21	28	35	42	56
Kimje	Apr. 20	30.5	31.5	52.5	61.5	62.0	64.0	61.5	71.0
	May 10	23.5	38.0	49.5	65.5	62.5	64.5	67.0	66.0
	May 30	21.0	40.0	43.0	59.0	62.5	64.5	64.0	65.0
Aewon	Apr. 20	28.5	37.0	46.5	58.0	62.5	63.0	64.5	65.0
	May 10	27.5	39.0	46.0	60.0	63.0	63.5	64.0	61.0
	May 3	21.0	31.0	46.5	58.0	58.5	68.0	64.0	63.0
Suwon 3	Apr. 20	28.0	36.0	49.5	59.0	70.0	73.0	71.0	70.0
	May 10	25.0	33.0	50.0	59.0	66.0	68.5	64.5	63.0
	May 30	29.0	30.0	40.0	63.0	66.0	68.0	66.0	64.0
Suwon 6	Apr. 20	28.0	32.0	49.5	64.5	68.5	66.5	68.0	68.0
	May 10	33.0	36.0	55.5	65.5	64.5	67.0	65.5	65.0
	May 30	29.5	30.0	41.5	54.0	65.0	68.0	64.0	62.0

보면 3과종구가 비슷한 양상을 보였으며 초기 출수한 種實의 玄粒率이 64%인데 비하여 중기출수한 種實의 경우는 67%로서 약간의 차이를 나타내었다(표 2).

2. 出穗後 日數에 따른 種實의 理化學的 性質의 變化

(1) 蛋白質含量

출수후 일수에 따른 품종별 울무종실의 蛋白質

含量을 조사한 결과는 표 3과 같다.

울무玄粒의 蛋白質含量은 성숙이 진전됨에 따라서 감소하는 경향을 보이는데 그 경향은 품종에 따라서 약간씩 다르다. 김제종과 수원 6호는 출수후 14일에 16.02%와 16.3%이었으나 출수후 성숙이 진전됨에 따라서 급진적으로 감소하여 출수후 42일에는 14.45%와 14.0%로 비교적 낮은 蛋白質 함량을 나타내고 있다.

그러나 에원종과 수원3호는 출수후 28일 이후에는

Table 3. Changes in protein content of Job's tears grains during ripening period

(unit: %)

Variety	Heading	Apr. 20 seeding			May 10 seeding			May 30 seeding		
	date	14DAH	28	42	14	28	42	14	28	42
Kimje	First		15.2	13.9		17.1	13.9		15.7	14.9
	Second	15.4	14.5	13.8	14.2	14.8	13.8	17.4	14.0	14.0
Aewon	First		15.9	14.7		14.3	15.7		15.6	13.8
	Second	16.2	14.9	14.0	14.6	13.3	15.5	16.9	15.0	14.4
Suwon 3	First		17.7	15.2		16.1	14.7		15.7	14.0
	Second	18.4	13.2	15.1	17.7	14.1	15.5	15.4	14.1	14.7
Suwon 6	First		16.0	14.7		14.2	14.9		16.3	13.8
	Second	16.6	15.2	13.1	15.7	14.2	13.6	16.8	14.4	14.6

Note : DAH means days after heading. First and second indicate spikelets headed early and spikelets headed intermediately, respectively.

약간 감소되었거나 또한 거의 감소하지 않아 출수후 42일에는 14.59%와 14.88%로서 김제종과 수원 6호에 비하여 높은 蛋白質 함량을 나타내고 있다.

출수기별 蛋白質 함량도 출수후 성숙이 진전됨에 따라 감소하는 경향을 나타내나 출수후 42일에는 1차 출수(14.52%)한 것과 2차 출수(14.33%)한 것이 거의 같은 수치를 보였다.

(2) 알칼리崩壞度

출수후 일수에 따른 울무 공시품종의 알칼리崩壞度(표 4)는 성숙이 진전됨에 따라 높아지는 경향을 나타내었다. 즉 출수후 14일에는 수원3호가 각각 2.33으로 가장 높고 김제종, 애원종 및 수원6호가 각각 2.17 및 2.06으로 비슷한 경향을 보이며 출수후 28일까지는 비슷한 경향으로 높아지다가 출수후 42일에는 김제종 3.48, 수원3호 3.42, 수원6호 3.31, 애원종 3.17 순으로 애원종이 가장 낮아지는 경향을 보였다. 출수기 별로는 1, 2차 모두 성숙이 진전됨에 따라 알칼리崩壞度가 높아지나 출수후 42일에는 거의 같은 수준을 나타내었다.

(3) 糊凝集性

울무가루의 糊凝集性(gel consistency)은 울무澱粉의 물리적 특성을 나타내는 형질로서 울무가루가 糊化 된 이후의 粘性을 gel 길이로 나타낸다. 본 시험에서는 울무가루의 양을 달리하여 糊凝集性を 조사하였고 표 5에는 울무가루 160mg을 KOH 0.2N에서 호화시켰을 때의 변이양상을 나타낸 것이다.

울무품종 또는 출수기에 따라서 gel의 길이가 80-100mm사이에서 변이를 보이고 있어서 품종간, 출수기간 그리고 출수후 일수간 糊凝集性は 거의

비슷하다고 할 수 있다. 이는 울무의 종실이 잘 전분으로 구성되어 있기 때문에⁸⁾ 나타난 결과로 생각된다.

표에는 나와있지 않으나 시료량을 줄이거나 늘려도 조사시료간 gel 길이의 차이가 거의 없는 것으로 보아 출수후 일수에 따른 糊凝集性的 변이는 아주 적은 것으로 판단되었다.

3. 파종기에 따른 울무종실의 이화학적 성질의 변화

(1) 蛋白質含量

파종기별 공시품종의 蛋白質含量을 조사한 결과 표 3과 같이 출수후 42일에는 4월 20일 파종구에서 13.1-15.2%, 2차 파종구는 13.6-15.7%, 3차 파종구는 13.8-14.9%로서 5월 10일의 2차 파종구의 蛋白質含量이 약간 높았다.

품종별로 파종기간 蛋白質含量的 변이를 보면 김제종은 3차 파종구가 1, 2차 파종구보다 약간 높았으나 수원3호는 3차 파종구가 1, 2차보다 약간 낮았고 애원종과 수원6호는 2차 파종구가 1, 3차 보다 약간 높아 품종별로 서로 다른 반응을 보였다.

(2) 알칼리崩壞度

울무의 파종기에 따른 알칼리崩壞度を KOH 1.4-1.8%까지 5농도에서 조사한 결과 표 6에서와 같이 KOH 농도에 따른 알칼리崩壞度は 현격한 차이를 나타내었다. KOH 농도 1.4%에서는 1차 파종구에서 4개 품종이 모두 같고 김제종과 수원6호는 파종기가 늦어질수록 같거나 높아지고 애원종과 수원3호는 1차 파종구와 3차 파종구가 같은 崩壞度を 나타내고 있다. KOH농도 1.8%에서 김제종과 수원6

Table 4. Changes in alkali digestibility value of Job's tears grains during ripening period

Variety	Heading date	Apr. 20 seeding			May 10 seeding			May 30 seeding		
		14DAH	28	42	14	28	42	14	28	42
Kimje	First		2.17	3.67		3.00	3.83		2.34	3.00
	Second	2.50	2.67	3.00	2.00	2.67	3.50	2.00	3.00	3.67
Aewon	First		2.50	3.00		3.00	2.83		2.17	3.53
	Second	1.67	2.83	2.67	2.17	3.00	3.00	2.67	2.67	3.67
Suwon 3	First		2.17	3.00		2.00	3.50		2.17	3.34
	Second	2.00	2.50	3.83	2.67	2.54	3.34	2.24	3.83	3.50
Suwon 6	First		2.17	3.67		2.00	3.00		2.00	3.50
	Second	2.00	2.50	3.00	2.17	3.67	3.17	2.00	3.83	3.50

Table 5. Changes in gel length of Job's tears grains during ripening period

Variety	Heading date	Apr. 20 seeding			May 10 seeding			May 30 seeding		
		14DAH	28	42	14	28	42	14	28	42
Kimje	First		100	98.7		75.3	93.7		97.7	94.0
	Second	97.7	98.3	94.9	97.3	99.3	94.7	91.3	94.0	93.2
Aewon	First		85.0	96.5		80.0	88.0		92.0	91.0
	Second	89.0	88.5	88.0	90.0	93.0	93.5	87.5	87.8	87.3
Suwon 3	First		98.0	90.0		98.5	92.0		94.5	89.0
	Second	94.0	92.0	88.0	89.5	90.0	93.5	96.0	94.5	87.5
Suwon 6	First		92.0	96.0		96.7	94.0		93.0	88.0
	Second	90.3	92.3	90.7	95.0	93.3	92.7	91.3	90.9	87.7

호는 0.5의 간격을 유지하며 같은 양상을 보이고 있으나 애원종은 파종기가 늦어지면 낮아지는 경향이 나 수원3호는 파종기가 늦어질수록 약간씩 높아지고 있다. 본 시험의 결과는 알칼리 崩壞度가 등숙기간의 온도에 대한 반응이 비교적 커서 저온조건에서는 높아지고 고온조건에서는 낮아진다는 보고와 대체적으로 일치한다고 생각된다.

(3) 糊凝集性(gel consistency)

파종기에 따른 품종별 울무가루의 糊凝集性은 파종시기가 늦어질수록 gel의 길이가 약간씩 짧아지는 경향을 보였으나 어느 품종, 어느 파종기에서나 gel

길이가 80mm 이상으로 나타났기 때문에 모두 극단적인 soft gel consistency를 보였다고 할 수 있다. 공시한 4개 품종간의 gel 길이는 80-100mm로서 약 20mm 정도의 차이를 보였는데 김 등⁵⁾이 30개 품종을 조사한 결과 품종간에 63-100mm의 큰 차이를 보였다고 한 보고와 비교하면 품종간에는 큰 차이가 없는 셈이었다.

(4) Amylogram 특성

울무전분에 대한 파종기별 糊化開始溫度는 표 7에서 보는 바와 같이 68-74°C이며 파종기에 따른 最高, 最低 및 最終粘度의 변이양상은 품종에 따라서 약간

Table 6. Changes in alkali digestibility value of Job's tears grain harvested from different seeding date plots

Variety	Seeding date		KOH level				
			1.4%	1.5%	1.6%	1.7%	1.8%
Kimje	Apr.	20	2.00	2.34	2.34	2.50	3.00
	May	10	2.34	2.83	2.80	3.00	3.50
	May	30	2.50	3.00	3.00	3.00	3.50
Aewon	Apr.	20	2.00	2.50	2.64	3.00	3.34
	May	10	2.00	2.50	2.75	3.00	3.00
	May	30	2.00	2.50	2.50	3.00	3.17
Suwon 3	Apr.	20	2.00	2.00	2.50	2.67	3.00
	May	10	2.17	2.50	2.50	2.88	3.17
	May	30	2.00	2.83	2.67	3.06	3.50
Suwon 6	Apr.	20	2.00	2.00	2.17	2.94	3.50
	May	10	2.00	2.34	2.50	2.94	4.00
	May	30	2.17	2.67	3.17	3.67	3.54

씩 달랐다.

즉 김제종과 애원종은 파종기가 늦어질수록 最高, 最低 및 最終粘度가 낮아졌는데 반하여 수원3호와 수원6호는 1차 파종구와 2차 파종구간에 큰 차이가 없었다. 수원3호와 수원6호는 시료부족으로 3차 파종구의 것을 조사하지 못하였기 때문에 파종기에 따른 점도변화 양상이 명확하지 못하다는 것을 밝혀준다.

이와 같은 粘度변화에 따라서 最高점도와 最低점도의 차이인 break down은 수원6호를 제외한 3품종이 파종기가 늦어질수록 감소하였고 最終粘度와 最高점도의 차이인 set back은 수원6호를 제외하고는 파종기가 늦어질수록 증가하였으나 最終粘度와 最低점도의 차이인 consistency는 품종에 따라 파종기에 따른 반응이 달리 나타났다. 결과적으로 울무가루가 糊化되면서 나타나는 아밀로그램 특성은 품종에 따라 그 반응이 달라질 수 있지만 파종기를 달리하면 상당히 큰 변이를 보이기 때문에 加工할 때에는 이 점을 고려하여야 한다고 생각한다.

摘要

울무의 播種期 및 出穗後 日數에 따른 種實의 乾物重 및 理化學的 性質變化를 구명하고자 4개 품종을 공시하여 4월 20일부터 20일 간격으로 5월 30일까지 3회 파종하고 출수후 7일 간격으로 8회 수확하여 시험조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

와 수원6호보다 출수직후부터 출수후 42일까지 種實乾物重이 항상 높게 유지되었고, 玄粒重은 출수직후부터 출수후 28일까지는 비슷한 양상을 나타내었으나 출수후 35일부터는 薄皮種의 玄粒重이 더 높았다.

2. 파종기별 종실 및 玄粒 乾物重의 변화는 1차 및 3차 파종구에서는 등숙말기에 등숙속도가 緩慢해졌으나 2차 파종구는 지속적으로 증가되었고 初期出穗한 種實의 百粒重은 2주후 출수한 種實보다 항상 낮았다.
3. 울무玄粒은 薄皮種이 厚皮種보다 등숙속도가 빠르고 파종기가 늦을수록 등숙속도가 빠른 경향이며 초기출수한 種實보다 중기출수한 種實의 등숙속도가 빨랐다.
4. 蛋白質含量은 성숙이 진전됨에 따라 감소하였고 알칼리崩壞度는 성숙이 진전됨에 따라 높아지는 경향을 보였으며 糊凝集性은 출수 14일 이후 등숙이 진전되면서 큰 변이를 보이지 않았다.
5. 파종기가 늦어질수록 蛋白質含量은 약간씩 감소하며 알칼리崩壞度는 높아지는 경향이이며 gel의 길이는 큰 변이없이 약간씩 짧아졌다.
6. 파종기가 늦어질수록 울무가루의 아밀로그램 특성 중 最高, 最低 및 最終粘度와 break down은 감소하였고 set back은 증가하였는데 품종에 따라 변이양상에 차이가 있었다.

Table 7. Amylogram properties of job's tears flour of four varieties grown at different seeding date conditions

Variety	Seeding date	Initial pasting temp.(°C)	Viscosity, B.U.			Break down (B.U.)	Set back (B.U.)	Consistency (B.U.)
			Max.	Min.	Final			
Kimje	Apr. 20	69.8	850	565	830	285	-20	265
	May 10	69.0	670	480	750	190	80	270
	May 30	72.8	480	390	600	90	120	210
Aewon	Apr. 20	70.5	780	550	810	230	30	260
	May 10	74.0	650	500	750	150	100	250
	May 30	68.0	520	440	700	80	180	260
Suwon 3	Apr. 20	70.5	780	550	810	230	30	260
	May 10	-	-	-	-	-	-	-
	May 30	69.0	650	460	710	190	60	250
Suwon 6	Apr. 20	71.0	670	460	670	210	0	210
	May 10	-	-	-	-	-	-	-
	May 30	69.8	720	460	670	260	-50	210

引用文獻

1. 安仙愛. 1981. 울무의 營養成分과 物理化學的 特性에 관한 研究. 한양대 석사학위논문.
2. 張琦源, 金容在. 1986. 울무의 播種期에 따른 主要形質 및 收量에 미치는 影響. 韓作誌 31(4): 470 - 476. 3. 金炳鎬, 李炳五. 1976. 栽植密度 및 播種時期가 울무의 種實收量과 租成分에 미치는 影響. 韓作誌 18(5): 337-340
4. 金基元, 姜奉泰, 文勝式. 1976. 播種時期가 울무의 生育 및 租穀生産에 미치는 影響. 韓作誌 18(1): 1-4
5. 金光鎬, 金基駿, 成樂春, 高熙宗. 1993. 主要 澱粉作物의 遺傳分析과 高品質변이체 探索 및 활용연구. 농업과학논문집 35집(산학협동): 23-32.
6. 金律虎, 李奉鎬, 李正日, 許翰淳, 李相哲, 金鳳淵. 1994. 울무의 登熟에 따른 종실 成分含量變化. 韓作誌 39(1): 92-97
7. 이정일, 박장환, 김석동, 안병옥, 이승택. 1993. 울무 박피 다수성 선발계통의 생육 및 종실특성. 약작지 1(1): 24-27.
8. 李正日, 柳守魯, 許翰淳, 金律虎, 金光鎬. 1994. 울무品種의 澱粉含量 및 糊化特性. 韓作誌 39(1): 98-102.
9. 扈正基. 1984. 울무쌀 蛋白質分離와 그 特性에 관한 研究. 중앙대 석사학위논문.
10. 박부규, 최인식, 연규복. 1982. 신개간지에서 울무의 파종기 대 재식밀도가 생육 및 수량에 미치는 영향. 농시연보 24(작물): 198-203.
11. 申敏子, 安明秀. 1987. 울무 澱粉의 調理科學的 特性에 관한 研究. 조리과학회지 3(2): 59
12. 禹慈媛, 尹桂順. 1985. 울무와 엿주전분의 理化學的 特性. 韓農化지 28(1): 19-27.