

울무의 登熟에 따른 種實 成分含量 變化

金律虎* · 李奉鎬** · 李正日* · 許翰淳* · 李相哲*** · 金鳳淵****

Changes of Seed Chemical Component during Grain Filling in Job's Tears

Yul Ho Kim* · Bong Ho Lee** · Jung Il Lee* · Han Sun Hur* · Sang Chul Lee***
and Bong Yoen Kim****

ABSTRACT : The reports on the chemical composition of developing job's tears seeds is very insufficient by this time. The purpose of this study was to obtain the fundamental information on chemical component of the developing job's tears seed, including starch, sugar, oil, protein, fatty acid, Alkali Digestibility Value(ADV), 100-grain weight.

Two job's tears varieties in different by maturity types were analyzed for those components from 10 days after heading to maturity, with 5-day intervals. Total sugar content in seeds followed a pattern of linear increase after heading, but it started to decreased around 15 days after heading.

On the other hand, starch content continued to increased until maturity and the highest increasing occurred between 15 and 20 days after heading. The protein content of seeds was decreased, while oil content was increased through the ripening process. Starch content showed a positive correlation with 100-grain weight, ADV, oil and germination percent, but it had negative correlation between total sugar and protein contents in ripening process. Maximum starch content, 100 grain weight, and germination percent obtained by quadratic equation were attained 38 to 43 days after heading. So that the physiological maturity of job's tears seeds was considered to be 40 days after heading.

Key Word : Job's tears, Maturity, Starch content, Sugar content, Oil content, Protein content

울무(Coix lachryma-jobi var. mayuen)는 禾本科 일년생 作物로 원산지는 인도를 중심으로 한 동남아시아이며²⁵⁾ 우리나라에서는 이수광의 芝峰

類設(1613)에 약으로 분류한 기록이 있는 것으로 보아 오래전부터 藥用 또는 食用으로 栽培되어 왔으리라 추측된다. 울무는 다른 곡류에 비해 蛋白質

* 作物試驗場(Crop Experiment Station, RDA, Suwon 441-100, Korea)

** 農村振興廳(Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea)

*** 慶北大學校 農科大學(Department of Agronomy, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea)

**** 大邱大學校 農學大學(Department of Agronomy, Taegu University, Kyungsan 713-714, Korea)

과 脂肪質이 많아 훌륭한 健康食品으로 利用될 뿐만 아니라 自양강장제, 이노제, 배농제, 혈압강하제 등 藥用으로도 利用되는 活用範圍가 매우 넓은 作物이며 種實에 含有된 特殊成分으로는 항종양 作用을 하는 coixenolide와 진통, 진경作用을 하는 Coixol 및 Stigmasterol 등이 알려져 있다^{6,21,22)}

울무의 種實成分에 대한 研究는 최근 활발히 보고되고 있으며^{3,14,17)} 일반 營養成分으로는 炭水化合物 50~79%, 粗蛋白質 8~20%, 粗脂肪 2~8%, 水分 8~16%, 粗灰分 0.5~2% 정도 들어 있다. 울무의 澱粉構造는 6각형, 8각형, 구형으로 平均 입경은 12.0 μ 이었으며 Amylose 含量은 稷주가 23%인데 비해 울무는 0%로 찰 전분만으로 構成되어 있다고 한다^{1,27)}.

金등¹⁷⁾은 울무澱粉的 Gel consistency는 63~100mm이고, 호화개시 溫度는 70.5~75 $^{\circ}$ C로서 品種間의 差異가 크다고 하였으며, 扈등⁷⁾은 울무 粗蛋白質은 Gluteline 40.4%, Prolamin 21.35%, Albumin 24.25%, Globulin 14.05%로 構成되어 있다고 하였다.

張등⁵⁾은 粗蛋白質, 粗脂肪, 粗纖維, 粗澱粉은 播種時期에 따라 유의적인 差異를 보였으며 粗蛋白質은 播種期와 正相關을, 粗纖維는 負相關을 나타냈다고 하였다. 崔³⁾는 登熟에 따른 成分特性的 變異에 대한 研究로 成熟이 進행됨에 따라 蛋白質含量은 감소하였으나 알칼리 崩壞度는 높아졌으며, 糊化特性은 出穗後 14일 이후부터는 큰 變化를 보이지 않았다고 하였다. 울무의 登熟過程에 따른 澱粉, 糖, 蛋白質, 기름 등의 成分變化와 成分間의 關係에 대한 資料는 아직까지 매우 부족한 실정이다.

따라서 本 研究는 울무의 登熟過程에 따른 成分變化를 研究하여 울무種實의 生理的 成熟期 究明 및 栽培技術 改善을 위한 基礎資料를 얻고자 울무 種實成分을 成熟段階別로 分析하였던 바 몇가지 結果를 얻었기에 이를 報告하는 바이다.

材料 및 方法

供試品種은 早生種인 동북종과 晚生種인 울무 1

호를 作物試驗場 특작포장에서 울무 標準栽培에 따라 栽培하였으며 播種前 베노람 수화제를 粉衣시켜 1993年 5月 4日에 3~4粒씩 點播하고 發芽後 1株씩만 남겼다. 調査試料는 出穗期에 각 品種의 出穗된 이삭을 날짜별로 標示한 다음 出穗後 10日부터 5日 간격으로 45日까지 150粒씩을 3회로 나누어 採取하여 -15 $^{\circ}$ C 냉장고에 保管한 후 澱粉, 糖, 알칼리崩壞度, 蛋白質, 기름함량 分析을 위한 試料로 使用하였다. 乾物重은 50 $^{\circ}$ C의 oven에 試料를 일주일동안 건조시킨 다음 측정하였으며, 澱粉含量은 40mesh로 粉碎한 試料 1g에 증류수 25ml를 가한 후 여기에 glucoamylase 용액 5ml를 가한 뒤 55 $^{\circ}$ C water bath에 넣고 일정하게 shaking 하면서 2시간동안 加水分解 시킨 후 試料를 여과하여 Somogyi法으로 定量하였다.

糖含量은 Anthorne method⁴⁾에 따라서 分析하였으며 알칼리 崩壞度(Alkali Digestibility Value; ADV)는 KOH 2.5% 용액을 5.5cm Petri dish에 15ml씩 넣고 울무쌀 10粒씩을 浸漬시킨 후 30 $^{\circ}$ C 항온기에 23시간 경과시킨다음 崩壞된 양상에 따라 1~5 평점으로 觀察調査하였다. 蛋白質 含量은 Kjeldhal法, 기름含量은 hexane을 추출용매로 하여 Soxhlet法으로 定量하였으며 脂肪酸 組成은 李等²⁰⁾의 方法에 따라 Shimadzu GC-6A型 Gas Chromatography로 分析하였다.

結果 및 考察

1. 種實의 登熟中 百粒重, 全糖, 澱粉含量, 알칼리 崩壞度の 變化

登熟過程에 따른 동북종과 울무1호의 百粒重의 變化를 보면 그림 1과 같이 出穗後 15日에는 3.9g, 20日에는 6.74g, 25日에는 9.28g, 30日에는 10.23g, 35日에는 10.8g, 40日에는 10.9g, 45日에는 10.7g으로 出穗後 40日까지 계속 增加하다 그 이후에는 減少하였다. 두 品種間 百粒重을 비교해 보면 出穗後 15日까지는 울무1호가 동북종에 비해 낮았으나 그 이후로는 크게 增加하여 出穗後 40日에 百粒重이 각각 11.9g, 9.8g으로 울무 1호가 21% 높았다.

登熟段階別로는 出穗後 15~25日 사이에서 日平

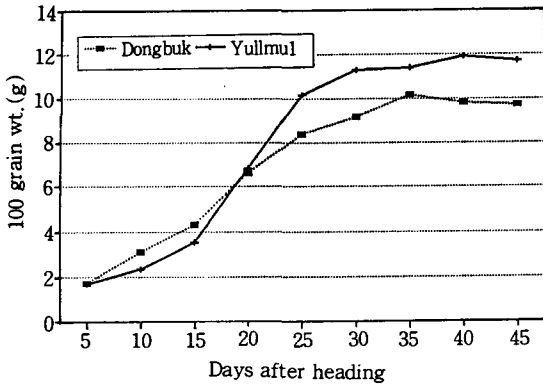


Fig. 1. Changes of 100 grain weight in the job's tears variety during grain filling. LSD(5%) =0.15(Dongbuk), 0.21(Yullmu 1), LSD (1%)=0.23(Dongbuk), 0.3(Yullmu 1)

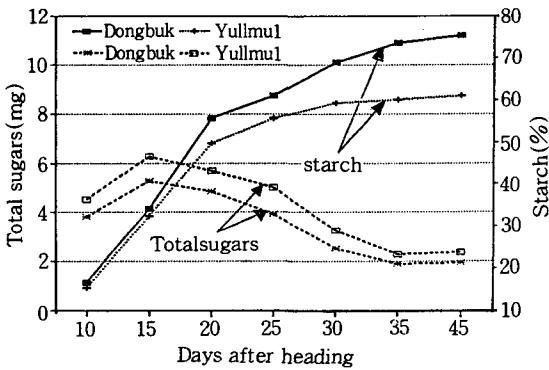


Fig. 2. Changes in total sugars and starch in the job's tears grain at different stages of development. LSD(5% starch)=1.13(Dongbuk), 0.91(Yullmu 1). LSD(5% total sugars)=0.07(Dongbuk), 0.09(Yullmu 1)

均粒重增加率어 0.54mg으로 가장 높은 증가를 보였는데 이는 金登¹⁸⁾이 울무種實은 出穗後 15~30日 사이에서 가장 높은 發芽率의 증가를 보였으며, 種實水分含量 또한 가장 급속한 減少를 보였다는 報告를 고려해 볼 때 이 시기에서 同化養分이 種實로 移動되어 貯藏養分으로 가장 많이 蓄積되는 時期라고 생각된다.

한편 그림 2는 登熟過程에 따른 동북종과 울무1호의 全糖 및 澱粉含量의 變化를 나타낸 것으로 全糖含量은 出穗後부터 15日까지 增加하였으나 그 이후부터 35日까지는 계속 減少하였으며 澱粉蓄積

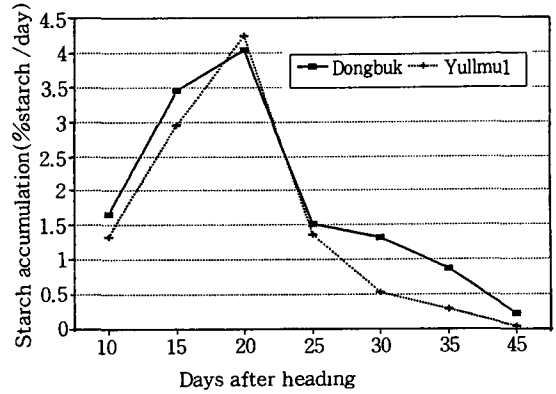


Fig. 3. Daily rate of starch accumulation in the developing grain of job's tears variety.

이 거의 정지되는 35日 이후에는 全糖含量이 1.88~2.24mg으로 안정되었다. 이와같은 結果는 登熟過程에서 糖이 울무種實의 主構成成分인 澱粉으로 轉換되었기 때문인 것으로 推測된다.

두 品種의 全糖含量을 비교해 보면 울무1호가 동북종보다 登熟過程에서 높게 유지되었는데 이는 밀과 보리에서 粒重이 무거운 品種에서 糖含量이 높은 傾向이었으며 粒의 糖含量과 登熟率은 直線的인 相關關係가 있었다는 既存 報告^{2,24)}와 비슷한 結果였다. 登熟過程에 따른 澱粉含量의 變化를 보면 두 品種 平均含量이 出穗後 20日에는 53%, 25日에는 58%, 30日에는 64%, 35日에는 67%, 45日에는 68%로서 出穗後 20日까지 직선적으로 增加하였으나 그 이후 登熟이 完了될 때까지는 完만한 增加를 보이다가 出穗後 35日 이후에는 거의 變化가 없었다. 澱粉蓄積은 동북종이 울무 1호보다 빨리 이루어졌으며 出穗後 45日의 澱粉含量은 각각 75%와 61%로서 동북종의 澱粉含量이 14% 높았다. 그림 3은 登熟에 따른 日平均澱粉蓄積率을 나타낸 것인데 出穗後 20日까지는 비슷한 傾向이었으나 그 이후 登熟이 完了될 때까지는 동북종이 높게 유지되어 두 品種이 다른 傾向을 보였다.

登熟段階 별로는 出穗後 15~20日에서 日平均澱粉蓄積率이 4%로 가장 높은 增加를 보였는데 이 시기에서 百粒重 增加率도 가장 높아 澱粉蓄積은 粒重增加와 밀접한 關係가 있는 것으로 생각된다. 表1은 登熟에 따른 알칼리 崩壞度의 變化를 나타낸

것으로 두 품종 平均 알칼리 崩壞度가 出穗後 15日 에는 1.50, 20日에는 1.84, 30日에는 2.10, 40日에는 2.20으로 登熟이 進展됨에 따라 높아지는 傾向을 보여 登熟過程에 따라 알칼리 崩壞度가 增加되었다는 既存報告^{3,10)}와 일치하였다. 두 품종의 알칼리 崩壞度を 비교해 보면 동북종이 울무 1호보다 상당히 높았는데 이는 쌀의 경우 알칼리 崩壞도가 澱粉含量과 關聯이 있다는 既存報告¹¹⁾를 고려해볼 때, 두 품종간의 澱粉含量 差異 때문이라 생각되며, 몇 가지 다른 품종의 알칼리 崩壞度を 추가로 測定해 본 결과 澱粉含量이 높은 품종이 알칼리 崩壞도가 높게 나타나 이를 確認할 수 있었다.

2. 種實의 登熟中 蛋白質 및 기름含量的 變化

表2는 울무種實의 登熟에 따른 蛋白質 含量的 變化를 나타낸 것으로 두 품종 平均 含量이 出穗後 20日에는 18.8%, 25日에는 16.7%, 30日에는 16.4%, 40日에는 16.1%, 45日에는 16.2%로써 登熟이 進展, 전분함량이 높아짐에 따라 蛋白質 含量은 오히려 反對로 減少하였다.

두 품종間 蛋白質 含量을 비교해 보면 울무 1호가 出穗後 40日까지 蛋白質 含量이 減少하는 데 비해 동북종은 出穗 25日 以後에는 거의 變化가 없어서 품種間에 差異를 보였다. 한편 기름含量的 變化를 보

Table 1. Changes of Alkali Digestibility Value (ADV) in job's tears variety during grain filling

Variety	Days after heading			
	15	25	35	45
Dongbuk	1.72	2.24	2.73	2.82
Yullmu 1	1.27	1.43	1.46	1.57
Mean	1.50	1.84	2.10	2.20

Table 2. Changes of protein content(%) in job's tears variety during grain filling

Variety	Days after heading				
	20	25	30	40	45
Dongbuk	19.9	17.5	17.3	17.7	17.8
Yullmu 1	17.6	15.8	15.4	14.5	14.6
Mean	18.8	16.7	16.4	16.1	16.2

면 表 3에서 보는 바와 같이 두 품종 平均 含量이 出穗後 20日에는 6.89%, 30日에는 7.30%, 40日에는 7.56%로 登熟이 進展됨에 따라 增加하는 傾向이었으며 기름含量的 품種間 差異는 크지 않았다.

登熟過程에 따른 脂肪酸 組成의 變化를 보면 表4와 같이 登熟이 進展됨에 따라 스테아린酸, 리놀酸, 리놀렌酸의 含量은 減少하는데 비해 팔미틴酸, 올레인酸의 含量이 增加하는 傾向이었으며 出穗後 40日의 不飽和脂肪酸 含量에서 올레인酸은 울무 1호가 동북종보다 높았고 리놀酸은 동북종이 울무 1호보다 높았는데 이로 미루어 울무의 脂肪酸組成은 품種에 따라 差異가 있을 것으로 高찰된다.

3. 主要種實成分 및 特性間의 相關

登熟過程에 따른 主要成分間의 相關關係를 分析한 結果는 表 5와 같다. 澱粉含量은 百粒重, 기름量, 알칼리 崩壞度, 發芽率과는 高度의 正의 相關關係를 나타냈으나 全糖, 蛋白質 含量과는 負의 相關關係를 나타내었다.

따라서 登熟에 따른 澱粉含量的 增加는 乾物重의 蓄積과 밀접하게 關聯되어 있으며 種子 發芽力의 增加와도 그 양상이 일치하고 있음을 確認할 수 있었다.

Table 3. Changes of oil content in job's tears variety during grain filling (unit:%)

Variety	Days after heading		
	20	30	40
Dongbuk	6.95	7.25	7.52
Yullmu 1	6.93	7.34	7.60
Mean	6.89	7.30	7.56

Table 4. Changes of fatty acid composition in job's tears variety during grain filling (unit:%)

Fatty acid	Dongbuk			Yullmu 1		
	20	30	40	20	30	40
Palmitic acid	10.9	11.0	11.2	11.3	11.7	12.1
Stearic acid	2.2	2.0	1.4	1.8	1.7	1.6
Oleic acid	42.1	43.3	48.3	46.9	47.1	48.9
Linoleic acid	42.3	41.8	38.5	48.7	38.2	36.6
Linolenic acid	2.0	1.9	0.7	1.7	1.2	0.9

Table 5. Correlation coefficients between chemical components during grain filling

Chemical components	2	3	4	5	6	7
1. 100grain wt.	0.96**	-0.55	-0.79	0.99**	0.95**	0.99**
2. Crude starch		-0.35	-0.91*	0.95**	0.97**	0.92**
3. Total sugar			-0.03	-0.53	-0.35	-0.67
4. Crude protein				-0.75	-0.93**	-0.71
5. Crude fat					0.90*	0.97**
6. ADV						0.91*
7. Germination percent						

*, **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

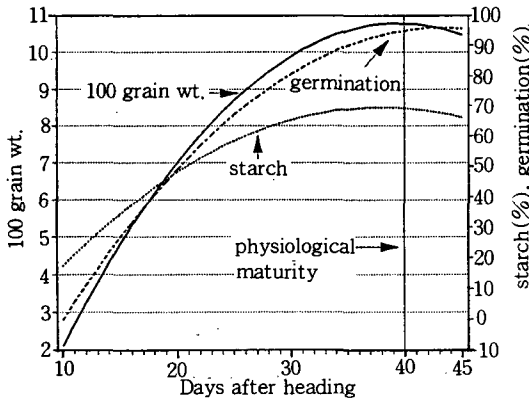


Fig 4. Grain growth level at physiological maturity by seed ripening in job's tears variety. 100 grain wt. (g): $Y = -4.784 + 0.789X - 0.010X^2$ (R^2 0.99**) starch(%): $Y = -27.100 + 5.098X - 0.067X^2$ (R^2 0.99**) Germination(%): $Y = -66.673 + 7.515X - 0.087X^2$ (R^2 0.98**)

4. 울무 종實的 生理的 成熟期

그림 4는早熟種인 동북종과 晩熟種인 울무 1호를 出穗後 10日부터 5日 間隔으로 45日까지 澱粉含量, 百粒重, 發芽率 등을 調査하여 이들이 최대에 달하는 時期를 2次 회귀식에 의해 推定한 그림이다. 각각의 요소가 最高에 달하는 時期는 澱粉이 出穗後 38日로서 그 含量이 69.6(%), 百粒重은 出穗後 40日로서 그 무게가 10.8g, 發芽率은 出穗後 43日에 96%를 보여 最高 높은 時期로 나타났다.

따라서 生理的 成熟期를 植物體 일생에서 種實 乾物重이 最大에 이르는 시점으로 정의할 때 울무 種實의 生理的 成熟期는 種實 乾物重이 最大가 되는

出穗後 40日이며 이때의 澱粉含量과 發芽率도 거의 Peak를 이루고 水分含量 또한 26%로써 最小值를 보여 울무種實의 生理的 成熟期는 出穗後 40日頃인 것으로 思料된다.

摘 要

울무 種實의 登熟過程에 따른 成分含量의 變化를 調査分析함으로써 울무種實의 生理的 成熟期 究明 및 栽培技術 改善을 위한 基礎資料를 얻고자 早熟種인 동북종과 晩熟種인 울무 1호를 供試하여 實施한 試驗結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 登熟中 全糖含量은 出穗直後부터 15日까지 增加하였으나 그 이후부터 35日까지는 減少되었으며 澱粉含量은 登熟이 完了될때까지 계속 增加하였다.

2. 蛋白質 含量은 成熟이 進展됨에 따라 減少하였으나 기름含量은 增加하는 傾向을 보였으며 두 品種間의 增減 傾向을 보면 蛋白質 含量에서는 다소 差異를 보였으나 기름含量은 비슷하였다.

3. 登熟에 따른 成分間의 相關關係에서 澱粉含量은 百粒重, 기름含量, 알칼리 崩壞度, 發芽率과는 高度의 正의 相關을, 全糖 및 蛋白質含量과는 負의 相關關係를 나타내었다.

4. 각각의 成分含量이 最大에 달하는 時期를 2次 回歸方程式에 의해 推定한 結果 澱粉含量은 38日, 百粒重은 40日, 發芽率은 43日이었다. 따라서 울무 種實의 生理的 成熟期는 出穗後 40日頃인 것으로 思料된다.

引用文獻

1. 安仙愛. 1981. 粟의 營養成分과 調理化學의 特性에 관한 研究. 漢陽大 碩士論文.
2. Cerning, J. and A. Guilbot. Changes in the carbohydrate composition during development and maturation of the wheat and barley kernel cereal. Chem. 50:220~232, 1973.
3. 崔昌均. 1992. 登熟過程중 粟 種實의 무게와 理化學의 特性의 變異. 建國大 碩士論文.
4. Clegg, K.M. 1956. Application of the anthrone reagent to the estimation of starch in cereals. J. Sci Food Agric 7:40~44.
5. 張琦源, 金容在. 1986. 粟의 播種期에 따른 主要形質 및 收量에 미치는 影響. 韓作誌 32(4):470~476.
6. 陳甲德. 1974. 粟의 利用開發에 관한 研究. 主題 및 趣旨說明. 嶺大附設天然物科學研究所 研究報告. 2:1~6.
7. 扈正基. 1984. 粟芽 蛋白質分離와 그 特性에 관한 研究. 中央大 碩士論文.
8. 許文會, 朴淳直. 1973. 登熟期間中의 稷, 秈, 玄米內의 蛋白質 含量의 變異. 韓作誌 13:69~72.
9. 許文會, 文憲八. 1975. 播種 및 收穫時期가 稷의 아미로스 含量 및 蛋白質 含量에 미치는 影響. 韓作誌 19:14~20.
10. 許文會, 朴淳直, 徐學洙. 1979. 成熟期間中 米粒內 Amylose 含量과 Alkali 崩壞性의 環境에 따른 變異. 韓作誌 24(3):1~6
11. 許文會, 徐學洙, 金光鎬. 1976. 米粒內의 蛋白質과 amylose 含量 및 알칼리 崩壞性의 環境에 따른 變異. 서울大 農學研究. 1(1):21~37
12. 강동주, 이종기. 1986. 粟 施肥 方法이 脫粒과 登熟에 미치는 影響. 慶南農村振興院 試驗研究 報告書:302~309.
13. 金炳鎬, 李炳五. 1979. 施肥水準이 粟 租穀生產과 租穀의 一般成分에 미치는 影響. 韓축지 (1):70~74.
14. 金炳鎬, 李炳五. 1976. 栽植密度 및 播種時期가 粟의 種實收量과 租成分에 미치는 影響. 韓축지 18(5):337~340.
15. 金基元. 1976. 生育時期가 粟의 嗜好性 및 一般成分에 미치는 影響. 韓축지 18(2):146~149.
16. 金基元, 姜奉泰, 文勝式. 1976. 播種時期가 粟의 生育 및 租穀生產에 미치는 影響. 韓축지 18(1):1~4.
17. 金光鎬, 金基駿, 成樂春, 高熙宗. 1992. 主要澱粉作物의 遺傳分析과 高品質 變異體 探索研究. 農村振興廳 農業產學協同研究報告書.
18. 金律虎, 李正日, 朴忠範. 1993. 粟의 登熟過程에 따른 種實特性의 變化. 第2回 藥用作物學會 發表要旨:57.
19. 李正日. 1991. 國內藥用作物 研究現況과 今後 研究方向. 作試 91 輸入 開放對策:6~23.
20. Lee Jung Il, Jin Ki Bang, Bong Ho Lee, and Kwang Ho Kim. 1991. Quality improvement in perilla. I. Varietal differences of oil content and fatty acid composition. Korean J. Crop Sci. (Quality) 36:48~61.
21. 李萬吉. 1974. 粟의 항암성분의 추출정제. 嶺大附設天然物科學研究所 研究報告. 2:13~17.
22. 李萬吉, 李成炯. 1977. 粟의 藥效成分 및 營養成分의 分析. 嶺大附設天然物科學研究所 研究報告. 4:5~22.
23. 李承宅. 1990. 藥用作物 栽培技術 8. 農村振興廳:24.
24. Nicolas, M.E., R.M. Gleadow, and M.J. Dalling. Effect of post anthesis drought on cell division and starch accumulation in developing wheat grains. Ann. Bot. 55:433~444. 1985.
25. 農業大百科辭典 編輯委員會. 1975. 一般農業大辭典. 五星出版社. 236~237.
26. 申敏子, 安明秀. 1987. 粟 澱粉의 調理 科學의 特性에 관한 研究. 調理化學會誌 3(2):59.
27. 禹慈媛, 尹桂順. 1985. 粟의 莖주성분의 理化學의 特性. 農化學會誌 28(1):19~27.