

호밀의 收穫時期, 乾燥日數 및 脫穀機 回轉速度가 脫穀種實의 損傷粒率과 發芽率에 미치는 影響

金石東*·河龍雄*·李成熙*

Influence of Harvest Time, Drying Period and Threshing Force on Mechanical Damage and Germinability of Rye Grains

Seok Dong Kim*, Yong Woong Ha* and Seong Hee Lee*

ABSTRACT

This trial was carried out to set up a proper drum speed of thresher to minimize the mechanical damage from threshing and thereby to obtain rye seeds possessing higher qualities for seeds. Rye plants were harvested at from 40 to 60 days after heading (DAH) with 5 days intervals and spread out on the field for 0, 1, 2, 3 days for drying, respectively. After drying the plants were subjected to threshing at seven steps of drum speed from 400 to 1000 rotation per minute (RPM) of a thresher, drum diam. 18.6cm, teeth length 6cm.

At 500 to 600 RPM and from the plants harvested at 55DAH with drying for one or two days, the seeds possessed low grain damage, high germinability over 90%, and field emergence rate over 80%.

緒 言

우리 나라의 호밀 栽培面積은 1960~'70年 5個年 平均 8,500 ha 였으나 점차 감소하여 1985年에는 불과 1,430 ha 에 머물고 있다.¹⁾ 그런데 이 面積은 種實用 호밀의 栽培面積이며 最近 青刈飼料用 또는 綠肥用으로 栽培하는 面積²⁾은 오히려 增加하여 많은 種子를 外國으로부터 導入하고 있어서 種子用 호밀의 增産은 絶실한 當面課題로 대두되었다.

호밀의 農家平均收量은 173 kg/10a 程度로 낮은 水準에 있는데³⁾ 이는 호밀이 키가 크고 成熟期가 6月末~7月初로 늦어 雨期를 만나기 쉬워 生育後期에 倒伏이 잘 일어나는데 起因한다. 倒伏은 單位面積의 收量을 低下시킬 뿐 아니라 充實한 種子의 生産도 어렵게 한다.³⁾

農家圃場에서 調査한 出現率은 平均 66% 程度로

낮게 나타났는데⁴⁾ 出現率이 낮은 原因은 倒伏, 未熟種子收穫 等에 의한 不充實한 種子 또는 脫穀作業中에 發生하는 機械的 損傷粒 等에도 있다.^{2,3)}

申等⁵⁾은 大麥에서 種實의 水分含量이 높을 때는 脫穀時 機械的 損傷粒이 많아지고 乾燥程度에 따라서 脫穀機의 回轉速度를 調節해야 하며, 脫穀種實의 發芽率을 95% 以上 維持하기 위해서는 完全成熟期(出穂後 35日)에 刈取하여 1~2일 포장에 깔아 말리면 脫穀機(급동반경 18cm, 급치높이 6cm) 回轉速度를 500回/分 以內가 適當하다고 하였다. 崔等¹⁾은 麥酒麥에서 出穂後 40日에 刈取하여 2日 以上 乾燥한 다음 500~700回/分 速度로 脫穀하였을 때 破碎粒이 적고 發芽率이 높게 維持되었음을 보고하였다. 그러나 호밀에 대한 脫穀速度의 基準이 없어 호밀을 種子用으로 收穫할 때 脫穀機의 適正回轉速度를 設定하고자 이 試驗을 遂行하였다.

* 麥類研究所(Wheat & Barley Research Institute, Suwon 170, Korea) <'86. 11. 5. 接受>

材料 및 方法

1985年 10月 10日 麥類研究所 田作圃場에 팔당 호밀을 供試, 10 a 當 15 kg 水準으로 狹幅播 (40 cm×18cm)로 播種하였으며, 施肥量은 播種前 基肥로서 10a 當 窒素 6 kg, 磷酸 9 kg, 加里 7 kg 을 施用하고 越冬直後인 3月 20日에 追肥로서 窒素 6 kg 을 施用하였다.

全試驗區에서 약 40%의 이삭이 出穗하였을 때를 出穗期로 하여 表 1에서와 같이 出穗後 40日부터 60日까지 5日 間隔으로 5회에 걸쳐 刈取하고 刈取後 0, 1, 2, 3日間씩 各各 圃場 全面에 刈아 말렸 으며 降雨가 있을 때에는 비닐로 덮어두었다가 비가 그치면 즉시 비닐을 걷고 말렸다. 脫穀은 급동 半徑이 18.6 cm, 급치 높이 6cm인 脫穀機에 10마력 動力을 연결하여 하였으며 Tachometer(H-Type, Nagashima Keiki Co. Ltd., Japan)로 回轉速度를 400~1000 RPM 까지 100RPM 單位로 7水準을 두고, 每 回轉速度에서 投入하는 量은 4 m² 面積에서 刈取한 것으로 하였다.

Table 1. Treatments

Harvest time (DAH) ¹⁾	Drying ²⁾ period (days)	Drum speed of thresher (RPM) ³⁾	Threher used
40	0	400 900	Radius of drum : 18.6cm
45	1	500 1000	
50	2	600	
55	3	700	Teeth length on drum : 6 cm
60		800	

1) days after heaing 2) drying on the field
3) rotation per minute

種實의 水分含量과 乾物重의 變化를 調查하기 위하여 刈取할 때마다, 그리고 脫穀直前に 各各 無作為로 抽出한 이삭에서 손으로 비벼 10~15g의 種實을 3反復으로 採取, 各各 生體重을 달은다음 乾燥機에서 80℃, 48時間 乾燥하여 乾物重을 달아 水分含量을 計算하였다. 또한 脫穀機에 의한 機械的 損傷粒率을 調查하기 위하여 脫穀直後 약 200粒씩 3反復 抽出하고 外觀上의 損傷如否로써 損傷粒率을 算定하였다.

發芽率調查는 脫穀한 種實을 陽乾하여 保管하였다가 脫穀後 60日頃에 各 處理에서 50粒씩 採取, 증류수배지로 發芽試驗을 遂行하여 發芽率을 調查하

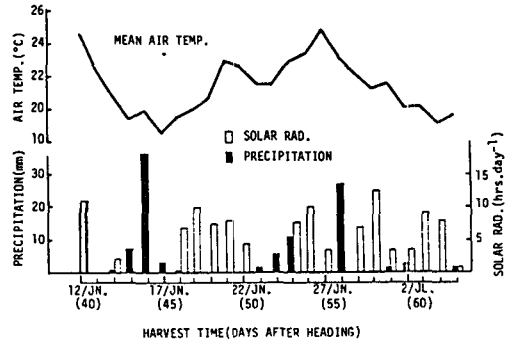


Fig. 1. Climatic conditions during harvest season, 1986.

였다. 發芽試驗後 남은 種實을 1986年 10月 3日 圃場에 各 處理別 100粒씩 2反復으로 播種하여 圃場 出現率을 調查하였다.

結果 및 考察

1. 穀粒의 乾物重과 水分含量 变化

穀粒의 乾物重은 出穗後 50日까지 急增하였고 出穗後 55日까지 增加하는 것으로 나타났는데 2次 回歸曲線으로 推定한 結果 穀粒의 乾物重이 最大에 달한 時期 즉 穀粒의 生理的成熟期는 出穗後 55日 이었다(그림 2). 穀粒의 水分含量은 出穗後 40日에 59.1%였고 登熟이 進展됨에 따라 漸減하였으나 生理的成熟期인 出穗後 55日에도 36.3%로 높았으며 出穗後 60日에는 20.1%였다. 한편 刈取하여 圃場에 刈아 말렸을 경우 出穗後 50日에 刈取하고 3日 乾燥하였을 때 29.9%였으며 出穗後 55日에

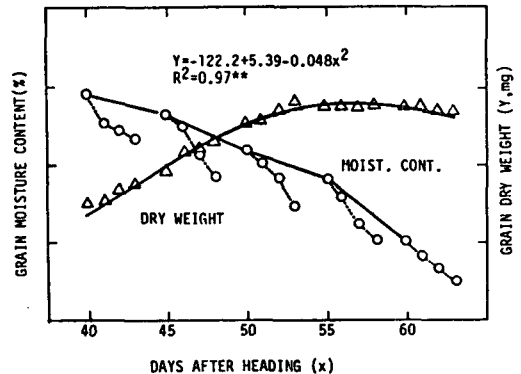


Fig. 2. Changes in grain moisture content and grain dry weight in rye. ○.....○ represents changes in grain moisture content during drying period before threshing.

刈取하여 3日 乾燥하였을 때는 21.0%로 減少하였다. 乾燥期間 中 穀粒水分含量의 1日減少率을 調査한 결과 降雨가 있고 日照時間이 짧았던 出穗後 42日, 43日, 51日, 52日, 56日에는 2.1~3.8%였던 반면 日照時間이 비교적 길었던 出穗後 41日, 47日, 53日, 57日에는 7.5~8.2%로 乾燥速度가 빠른 것을 알 수 있었다(그림 1, 2).

2. 損傷粒率, 發芽率 및 圃場出現率

脫穀種實의 損傷粒率과 發芽率 및 圃場에서의 出現率은 表 2와 같다. 登熟이 進展될수록 또 乾燥日數가 더할수록 損傷粒率은 減少하고 發芽率과 出現率은 增加하였으며, 脫穀機回轉速度가 빠를수록 損傷粒率이 높아지고 반대로 發芽率과 出現率은 떨어졌다.

損傷粒比率을 便宜上 10%線으로 區分하여 보면 出穗後 45~50日에 刈取할 경우 2~3日 갈아말린 후 400RPM이하로 脫穀할 때이고 出穗後 55日인 生理的成熟期에 刈取하면 刈取當日 脫穀할 경우 400RPM 以下, 刈取後 1日, 2日, 3日씩 포장에 갈아

말리던 各各 500, 700, 800RPM에서도 損傷粒率이 10% 以內인 것을 알 수 있었다. 또한 完熟期~枯熟期인 出穗後 60日에 刈取하면 刈取當日 脫穀하여도 損傷粒率은 8%에 그쳤다. 한편 脫穀種實의 損傷은 出穗後 55日까지 刈取한 것에서는 種皮가 벗겨지거나 찢어지고, 胚가 脫離되거나 또는 種溝부분이 갈라지든지 胚乳부분이 壓着되는 形態로 나타났고 出穗後 60日에 刈取하여 當日 또는 1~3日 갈아 말린 후 脫穀했을 때는 대부분 脫胚 또는 胴割粒으로 나타났다. 이로 볼 때 脫穀時의 損傷粒 發生은 穀粒의 水分含量에 따른 穀粒硬度 및 脫粒性의 難易 如否와 關聯이 깊을 것으로 생각되는데 未熟狀態의 이삭을 말려서 脫穀해 보지 않아 水分含量과 脫粒性 關係는 알 수 없으나 水分含量과 損傷粒比率 關係는 다음 그림 3에서 整理, 考察하였다.

脫穀種實의 發芽率은 出穗後 45日 以後 登熟이 進展될수록 增加하였고 乾燥日數가 더할수록, 또 脫穀機回轉速度가 느릴수록 높은 것으로 나타났다. 種子로서 具備해야할 最低發芽率을 85%로 보고⁵⁾ 이를 기준으로 하여 區分해 보면 表 2와 같이 出穗後

Table 2. Grains damaged during threshing, percent germination and emergence rate in relation to harvest time and drum speed of the thresher used.

RPM	Harvest time(DAH)/Drying period on the field(days)																
	45				50				55				60				
	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	
% Grains damaged from threshing	1000	42	43	37	34	42	33	19	19	36	24	18	12	8	4	3	3
	900	41	39	35	31	33	23	17	19	29	22	15	12	2	1	1	1
	800	35	32	26	28	29	21	15	17	21	18	11	10	1	1	1	1
	700	29	26	19	22	22	18	14	15	18	15	8	8	1	1	1	0
	600	23	19	17	13	19	16	12	12	15	14	4	6	0	0	0	0
	500	22	17	14	11	14	14	11	11	11	10	3	4	0	0	0	0
	400	22	12	8	9	12	7	10	10	6	7	2	3	0	0	0	0
% Germination	1000	20	40	62	70	38	58	64	78	60	60	70	64	84	92	94	94
	900	34	56	60	72	50	68	74	80	54	78	82	88	92	92	94	96
	800	46	44	68	85	58	72	74	87	66	82	86	86	90	94	100	96
	700	62	68	94	88	58	82	92	90	76	84	86	96	100	98	98	96
	600	46	76	88	96	83	86	98	96	80	90	92	88	94	100	94	98
	500	76	92	96	98	85	90	86	96	85	98	94	92	98	98	100	96
	400	86	94	100	100	90	94	100	94	92	98	98	98	98	100	100	98
% Emergence in the field	1000	5	15	36	51	24	40	38	42	33	55	53	65	58	71	65	67
	900	6	21	31	41	32	40	43	43	44	61	67	71	64	70	69	75
	800	9	9	42	48	42	49	50	55	40	73	76	76	62	75	80	77
	700	12	30	48	60	28	54	63	59	45	82	73	78	64	81	80	78
	600	9	33	67	70	40	52	69	71	66	75	88	89	80	85	82	79
	500	18	40	77	74	36	68	69	74	72	70	84	76	80	83	84	87
	400	19	49	73	70	46	73	82	79	76	87	85	84	85	81	87	87

□ represents grains damaged lower than 10%, % germination and % emergence over 85% and 70%, respectively.

55일에刈取當日 脫穀하면 500RPM 以下에서, 刈取後 1日, 2日, 3日씩 乾燥日數를 늘이면 各各 600, 700, 800RPM 以下の 回轉速度에서 脫穀함이 安全할 것으로 나타났다. 다만 發芽率 한가지만 考慮한다면 出穗後 45~50日에 刈取하여도 乾燥日數와 脫穀機回轉速度를 調節함으로써, 또는 出穗後 60日에 刈取할 경우 900~1000RPM까지 높여서 脫穀하여도 發芽率은 높게 維持할 수 있으리라 생각된다.

圃場出現率은 發芽率보다 현저히 낮았으나 刈取時期 및 乾燥日數와 脫穀機回轉速度에 따른 差異는 뚜렷이 나타나서 登熟進展과 乾燥日數 增加에 따라 높아졌으며 脫穀機回轉速度가 빠를수록 떨어짐을 알 수 있었다. 便宜上 出現率 70%를 基準하여 區分해 보면 出穗後 45~50日에 刈取하고 2~3日 乾燥하면 500~600RPM 以下에서 脫穀해야 하고 出穗後 55日에 刈取하면 刈取當日에는 500RPM 以下の 速度에서, 1~2日 또는 3日 乾燥하면 各各 800 또는 900RPM 以下の 速度에서 70% 以上の 圃場出現率을 보였다. 나아가 80% 以上の 出現率은 出穗後 50日 刈取한 후 2~3日 乾燥하여 400RPM 에서 脫穀한 경우에서였으며 出穗後 55日 刈取하고 1일 또는 2~3日間 乾燥하였을 때 各各 500, 600RPM 에서 脫穀한 경우로 나타났다. 한편 出穗後 60日에 刈取할 경우는 發芽率이 높았던 것과 같이 出現率도 回轉速度 600~700RPM 以下에서 80% 以上으로 나타났다. 그러나 實際적으로 出穗後 60日에 刈取하거나 그 以後까지 乾燥할 수 있을 程度로 作付體系나 氣象環境이 좋지 않음을 고려하면 損傷粒이 적고 發芽率과 出現率이 높은 優良種子를 生産하기 위해서는 出穗後 55日頃, 즉 成熟期에 刈取하고 1~2日 乾燥한 후 500~600RPM 以下の 速度로 脫穀하는 것이 適當하다 判斷되었다.

3. 種實 水分含量과 脫穀種實의 損傷粒率 및 發芽率

脫穀時 種實의 機械的 損傷程度는 種實의 이삭으로부터의 脫粒難易성과 登熟程度 및 水分含量에 따른 種實의 硬度和 關聯이 깊을 것으로 생각되어 脫穀種實의 損傷粒比率의 關係를 推定한 결과는 그림 3 (A)에서와 같다.

損傷粒率은 種實水分含量이 增加함에 따라 曲線的으로 增加하였고 回轉速度가 增加함에 따라 損傷粒比率도 一率의인 增加를 보였다. 이들 關係를 2次 回歸曲線으로 推定한 결과 높은 回歸係數를 보임으

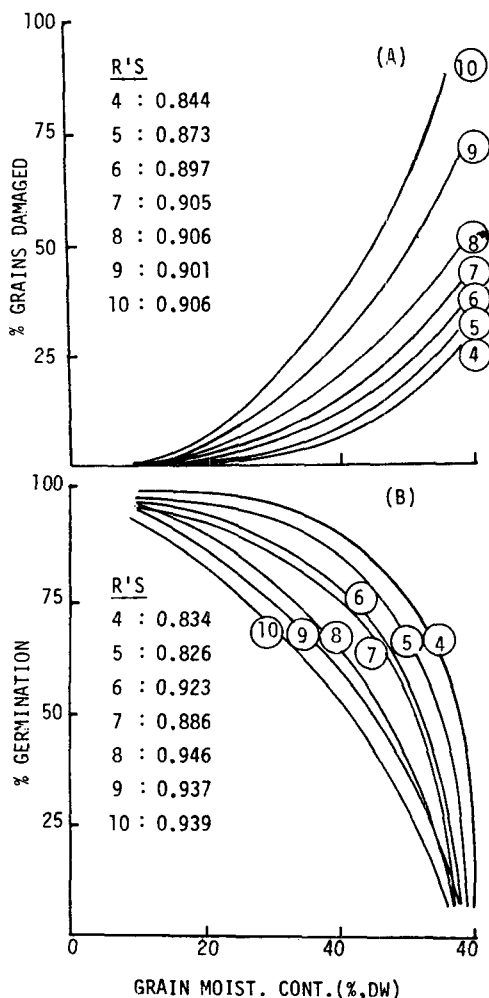


Fig. 3. Relationships between grain moisture content and grain damage (A) and germination (B) in relation to drum speed of the thresher used. R's are regression coefficients from secondary regression analysis. 4 to 10 represent drum speeds, 400 to 1000 rpm of the thresher.

로써 損傷粒率은 穀粒의 登熟程度 즉 刈取時期보다 脫穀當時의 種實水分含量과 回轉速度가 크게 影響하는 것으로 나타났다.

脫穀種實의 發芽率變化를 나타낸 것이 그림 3 (B)이다. 發芽率도 種實水分含量과 回轉速度를 一率의으로 反影하고 있는데 種實의 水分含量이 낮을 때는 回轉速度의 影響이 작게 나타나고 水分含量이 增加하면 發芽率의 差異가 큰 幅으로 벌어졌다. 그림 3 (B)의 各 回歸曲線을 이용하여 90% 以上の 發芽率을 維持하기 위한 種實水分含量의 上限을 求해 보면

Table 3. Upper limit of grain moisture content before threshing to maintain higher germinability than 90% in relation to the drum speed of thresher.¹⁾

Drum speed (RPM)						
400	500	600	700	800	900	1000
42.8	39.6	38.3	35.4	22.7	17.0	11.3

1) Derived from Fig. 3 (B).

表 3 과 같다. 이러한 關係들은 비록 成熟期以後이더라도 비를 맞아 水分含量이 높은 때는 脫穀速度를 낮게 하여야 함을 示唆하고 있다.

4. 脫穀機 回轉速度와 脫穀力 關係

脫穀은 回轉하는 脫穀機의 穀동과 穀치에 이삭부분이 충돌함으로써 이루어지는데 이삭부위에 作用하는 힘, 즉 脫穀力(Threshing force, TF)은 圓運動體로서 穀동(穀치)의 半徑(r)과 回轉速度(ω , radian)로써 表示할 수 있다.⁹⁾ 즉,

$$TF = \omega^2 \cdot r \dots\dots\dots ①$$

Table 4. Relative threshing force (RTF)¹⁾ of the thresher used in this experiment in relation to drum speed (RPM).

RPM	400	500	600	700	800	900	1000
(Index)	(100)	(125)	(150)	(175)	(200)	(225)	(250)
RTF (×g)	44.1	68.8	99.1	134.9	176.2	230.0	275.3
(Index)	(100)	(156)	(225)	(306)	(400)	(506)	(625)

1) RTF (×g) = 27.53 × 10⁻⁵ × (RPM)²

摘 要

種子用 호밀의 脫穀時 適正 脫穀機回轉速度의 基準을 設定하고자 出穗後 40, 45, 50, 55, 60 日에 刈取하고 刈取하여 0, 1, 2, 3 日間씩 포장에 깔아말린 다음 穀동半徑 18.6 cm, 穀치높이 6 cm인 脫穀機로 各各 400 RPM에서 1000 RPM까지 100 RPM간격으로 回轉速度를 調節하며 脫穀하였으며 各 刈取時期 및 脫穀直前に 種實의 水分含量을 調査하고 脫穀後 損傷粒率, 發芽率 및 出現率을 調査하였다.

1. 호밀 種實의 水分含量은 出穗後 40 日에 59.1%였고, 種實의 乾物量이 最高에 달한 出穗後 55 日에는 36.3%였으며, 出穗後 60 日에는 20.1%로 떨어졌다.

2. 出穗後 55 日에 刈取하고 1~2 日 포장에 깔아말린 후 500~600 RPM으로 脫穀하였을 때 損傷粒

여기서 脫穀力을 便宜上 重力(g)의 相對值로 나타내고 이를 相對脫穀力(Relative threshing force, RTF)라 하면 다음 ② 式과 같이

$$RTF(\times g) = \omega^2 \cdot r / 980 \dots\dots\dots ②$$

表示할 수 있으며 $\omega = \pi \cdot (\text{RPM}) / 30$ 이므로 ② 式은 다시 ③ 式으로 表示할 수 있다.

$$RTF(\times g) = (1.119 \times 10^{-5}) \times (\text{RPM})^2 \cdot r \dots\dots ③$$

③ 式에서 보면 脫穀力은 回轉速度의 제곱에 비례하며 또한 穀동半徑에 비례함을 알 수 있다. 다시 말하여 脫穀力은 回轉速度에 크게 影響받는 동시에 穀동의 크기가 달라지면 脫穀力도 달라짐을 나타내고 있다. 참고로 本 試驗에서 使用한 脫穀機에서 回轉速度(RPM)과 相對脫穀力(RTF)의 關係를 보면 表 4 와 같다.

以上の 關係에서 볼 때 適正 脫穀機回轉速度의 基準은 回轉速度 뿐만 아니라 穀동의 고기까지 考慮하여 算出된 回轉速度로 表示되어야 合理的이라 할 수 있다.

率 10% 以下, 發芽率 90% 以上, 出現率 80% 以上인 充實한 種實을 얻을 수 있었다.

3. 脫穀種實의 損傷粒率과 發芽率은 種實의 水分含量과 높은 相關이 있었다.

4. 脫穀機의 脫穀力은 穀동의 回轉速度의 제곱에 比例하고, 또 穀동半徑에 비례하므로 回轉速度의 基準은 穀동半徑을 考慮하여 設定함이 타당한 것으로 判斷되었다.

引 用 文 獻

1. 崔炯局·林炯基·金台錫·李敦吉. 1986. 麥酒麥收穫期別 乾燥日數와 脫穀機回轉速度가 發芽 및 品質에 미치는 影響. 農事試驗研究論文集(作物) 28(1): 100-106.
2. 金石東·河龍雄·申萬均·延圭復. 1984. 倒伏이 大小麥의 收量 및 收量構成要素에 미치는 影響.

- 農試研報(作物) 26(2) : 118-122.
3. 金石東・河龍雄. 1986. 生長調節處理에 의한 麥類의 倒伏抑制試驗. 麥類研究所報告書(印刷中).
 4. 忠南農村振興院. 1984. 飼料綠肥用胡麥生育調査報告(未發表).
 5. 대한민국헌법법령집. 1984. 주요 농작물의 종자 등 검사규격. 16 : 283-285.
 6. 農水産部. 1986. 1985年산 작물통계. 19 p.
 7. 農村振興廳. 1986. 畚裏作 飼料作物 栽培利用技術 指導指針. 3 p.
 8. 申萬均・윤의병. 1983. 보리의 수확기별 건조일수와 탈곡기 속도가 발아 및 출현에 미치는 영향. 麥類研究所報告書. 509 p.
 9. 尹日炳 外. 1974. 一般物理學. 光林社. 서울. 25 p.