
碩士學位論文

施肥量 差異에 따른 飼料用 穀實귀리의
遺傳的 Parameter

濟州大學校 大學院

農 學 科



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

金 贊 佑

1997年 12月

施肥量 差異에 따른 飼料用 穀實귀리의
遺傳的 Parameter

指導教授 金 翰 琳

金 贊 佑

이 論文을 農學碩士學位 論文으로 提出함



金贊佑의 農學碩士學位 論文을 認准함

審査委員長_____

委 員_____

委 員_____

濟州大學校 大學院

1997年 12月

**Genetic Parameter for Agronomic Characters on the
Different Fertilizer Levels in Hulled Oats**

Chan-Woo Kim

(Supervised by Professor Hal-Lim Kim)



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER
OF AGRICULTURE**

**DEPARTMENT OF AGRICULTURE
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY**

1997. 12

目 次

Summary	1
I. 緒 論	3
II. 研 究 史	4
III. 材 料 및 方 法	8
IV. 試 驗 結 果	9
1. 施肥量에 따른 主要形質의 生態反應	9
1) 出穗日數 및 生育日數	
2) 稈長 및 穗長	
3) 稈直徑 및 株當分蘗數	
4) 株當穗數 및 有效分蘗率	
5) 株當粒數 및 穗重	
6) 千粒重 및 株當收量	
2. 施肥量에 따른 選拔指標	19
1) 遺傳率	
2) 形質間의 相關	
3) 經路係數	
VI. 摘 要	40
參 考 文 獻	41

Summary

This experiment was conducted on the Experimental Field of Cheju Univ. from November 1996 to June 1997.

Object of this study was to clarify the fertilizer responses and to estimate genotypic, phenotypic and environmental correlations, heritabilities and path coefficients for some agronomic characters using 19 hulled oat cultivars including Olgwiri in accordance with different fertilizer levels.

The results obtained are summarized as follows;

1. The heritabilities estimated for the days to heading, the culm length, the panicle length, culm diameter, the number of kernels per panicle, 1000-kernel weight and the grain yield per plant were high, and those for the days to maturity, the number of tillers and panicles per plant, and the panicle weight were medium, and that for the rate of effective tillering was low.

2. Changes in heritability for the number of kernels per panicle and the 1000-kernel weight were small, and those for the days to maturity, the number of tillers and panicles per plant, panicle weight and the rate of effective tillering varied greatly on different fertilizer levels. With increasing fertilizer level, heritability of grain yield per plant was increased.

3. The grain yield showed highly positive genetic correlations with the number of tillers per plant, with the number of panicles per plant and with the panicle weight, and, showed the negative correlation with the days heading.

4. With increasing fertilizer level, the genotypic correlation coefficient between the panicle weight and the number of kernels per panicle was increased, and the genotypic correlation coefficients between the number of tillers and panicles per plant, and between the grain yield and the number of tillers per plant and the rate of effective tillering were decreased.

5. The phenotypic correlation coefficient between the grain yield and the number of tillers per plant and panicles per plant showed highly positive values, and the changes in phenotypic correlation coefficient for different fertilizer levels had no definite tendency.

6. The characters of which direct effect estimates were high versus the grain yield per plant were the number of panicles per plant on non-fertilizer plot, the number of tillers per plant on decreased fertilizer plot, number of panicles per plant on standard fertilizer plot, and the panicle weight on increased fertilizer plot.

7. Genotypic correlations and direct effects of the panicle weight and the number of panicles per plant versus the grain yield per plant were high in most treatments, that is, these characters had an influence on the grain yield.



I. 緒 論

農業에 있어서 單位面積當 生産量을 增加시키기 위해서 栽培的 側面에서의 效率的인 營農方式도 重要하겠지만 既存 栽培品種보다 環境에 대한 適應力이 크고 높은 收量을 生産할 수 있는 新品種의 育成은 더 큰 意義를 가지고 있다고 할 수 있으며, 作物 生産의 窮極的 目標인 收量은 한가지 形質에 의해서 決定되는 것이 아니고 많은 形質들이 關與하는 總合的인 結果에 의하여 決定되므로 이들 形質들의 遺傳現狀들을 正確하게 究明해 볼 必要가 있다.

귀리(燕麥, Oats, *Avena sativa* L.)는 禾本科(*Gramineae*)에 속하는 1年生 作物로서 麥類中 牧草에 가장 가까운 作物이라고 할 수 있으며, 降雨量이 700mm 이상되는 서늘한 氣候에서 잘 자란다.

귀리의 原產地는 地中海 沿岸과 아르메니아를 중심으로 한 中央아시아 地域으로 알려져 있으며(Coffman, 1961), 우리나라에서는 高麗朝때 元軍出兵時 馬糧으로 가져온 것이 일반 농가에 傳播되었으리라 생각된다.

귀리는 밀, 옥수수, 벼, 보리, 수수 다음으로 生産量이 많으며, 生産된 귀리의 5% 정도만이 오토밀 등 食用으로 使用되고 거의 全量이 飼料로써 利用되고 있으며, 主要 生産國은 러시아, 미국, 캐나다, 독일 그리고 폴란드이다.

다른 穀實作物과 比較하여 귀리는 纖維質 含量이 높아서 말과 소 등의 우수한 飼料로 利用되며 종실, 사일리지 혹은 건초로 수확할 수 있어 whole crop 사일리지로의 利用도 可能하고(梁 등, 1989), 收穫後 殘餘物인 짚도 飼料價値가 높아서 다른 穀實에 비해 利用效率이 높다.

또한 被覆作物 또는 荳科作物과 함께 混播用으로 有用하며, 冬作物로서 耐寒性은 다소 약하지만 타작물보다 低溫生長性이 높아(Stanton, 1961) 濟州地域의 境遇에는 겨울이 따뜻하여 冬季栽培시 발작부체계에 유리하다.

현재 우리나라에서 飼料用 穀實귀리는 競走馬의 飼料用으로 그 需要가 增加하고 있으나, 外國產에 比하여 國內產의 價格이 매우 높고 品質도 다소 떨어져서 주로 輸入에 依存하고 있는 실정이다.

본 研究는 特性이 다른 飼料用 穀實귀리 19 品種을 供試하여 施肥量의 變化에 따른 形質의 生態變化 및 遺傳的 parameter를 究明하여 品種選拔의 基礎資料로 使用하고자 실시하였다.

II. 研 究 史

귀리의 生育에 필요한 最適溫度는 25℃이며 生育最低溫度는 4~5℃이고(Pfeifer and Kline, 1960) 春播燕麥은 -4℃가 生育限界溫度이며 秋播燕麥은 -13℃까지도 越冬이 可能하다(Fowler and Carles, 1979).

귀리의 生育 및 收量에 미치는 施肥의 效果에 대하여 Pendleton(1930)은 窒素와 磷酸施肥는 서로 聯關되어 있어 窒素施肥 없이는 磷酸의 效果가 나타나지 않으며, Morikawa(1936)는 Hokkaido 地方에서 有機物이 缺乏된 埴土와 火山灰土에서 磷酸과 加里의 施用은 수량을 크게 높일 수 있다고 하였고, Kumagai(1968)는 일반적으로 귀리는 다른 作物보다 磷酸要求度가 크며 低溫에서 磷酸缺乏은 收量의 急激한 減少를 초래한다고 報告하였다. Appleton 等(1925)은 窒素吸收에 대하여 生育初期는 緩慢하나 生育이 進展됨에 따라서 빨라진다고 하였고, McClelland(1931)는 窒素 및 磷酸이 加里에 비해 分蘖數, 收量增加率에 寄與하는 역할이 크다고 하였다. 玄(1994)은 濟州地域에서의 播種適期는 11月 上旬으로 이때 播種하는 것이 收量도 많고 收量構成要素가 適定하여 農業形質의 發現이 良好하다고 하였으며, 3要素 施肥量과 種實收量과의 關係에서 最高收量을 얻는데 필요한 施肥量은 10a당 窒素 10kg, 磷酸 9kg, 加里 9kg이었다고 報告하였다.

朴(1975)은 大麥에서 一穗粒數는 施肥量이 增加할수록 增加하였고 千粒重은 施肥量, 播種期 및 播種量 差異에 따른 變異幅이 작았으며, 收量은 施肥量 增加에 따라 대체로 增加하는 경향이었고 穗數와 正의 相關程度가 높아졌다고 하였다.

趙(1970)는 일반적으로 麥類의 收量增加에는 穗數增加가 가장 뚜렷한 要因이 된다고 하였으며, 崔 等(1976)은 大麥에서는 주로 穗數增大에 의해서 收量이 增大하였으나 小麥에서는 穗數와 一穗粒數가 함께 增大하여 增收되었다고 하였고, Larter 等(1971)은 小麥에서 施肥量의 增加가 播種量의 增加보다 穗數 增加에 效果的이라고 報告하였다.

靑(1974)는 麥類 品種의 施肥水準別 種實重 比較에서 標準肥에 비하여 100% 增肥에서는 19% 增收되었다고 하였으며, 趙(1970)는 大·小麥에서 倍肥는 普肥보다 增收하였고 倒伏이 약간 助長된 것 以外에는 栽培의 危險이 없다고 하였다.

1940년 Lush에 의해 처음으로 heritability라는用語가 사용된 후, 이 遺傳力에 관한 研究는 家畜을 비롯하여 農作物·林木·家蠶에 이르기까지 많은 研究가 이루어지고 있다.

Johnson과 Frey(1967)는 귀리에서 磷酸의 增施에 따라 대체로 收量構成形質의 遺傳率이 다소 增加하고 窒素增施에 따라 減少하는 傾向을 보여 遺傳率이 環境에 따라 變動할 수 있다고 하였고, 李 等(1988)은 千粒重과 草長의 遺傳力이 크다고 하였으며, 吳(1997)는 쌀귀리에서 株當穗數, 穗當小穗數, 穗當粒數, 千粒重, 株當收量의 遺傳力이 높게 나타났다고 보고하였다.

壼 等(1980)은 소맥에서 出穗期, 成熟期 및 稈長의 遺傳力은 매우 높아 年次間 變動이 적고 遺傳力이 낮았던 m²당 穗數, 一穗粒數는 年次間 變動이 컸다고 하였으며, 李(1974)는 出穗期, 稈長, 穗長은 遺傳力이 높았고 一穗粒數와 千粒重은 中間程度 그리고 一株穗數와 收量은 낮았으며, 遺傳力이 높은 形質은 施肥量 增加 및 年次에 따른 變動이 적었고 肥料反應型 品種群에 있어서는 千粒重이, 非反應型 品種群에 있어서는 收量의 遺傳力이 施肥量의 增加에 따라 높아지는 傾向을 보이고, 遺傳力이 낮은 一株穗數는 遺傳力의 變動이 컸다고 하였다.

金(1982)은 麥酒麥에서 出穗日數, 成熟日數, 稈長의 遺傳力은 비교적 높았고 穗數 및 一穗粒數는 비교적 낮았으며 播種期에 따른 遺傳率의 變動은 出穗日數, 成熟日數는 적고 株當穗數는 컸다고 하였다.

形質間의 相關關係에 대해서는 1943년 Hazel이 처음 遺傳相關의 推定法을 시도한 이래 많은 研究者들에 의해 應用되어 왔으며, Falconer(1954)는 形質들을 結合시켜 品種을 만들고자 할 때 그의 可能性 與否는 形質들간의 遺傳相關에 달렸고, 어떠한 形質 사이의 遺傳相關이 높으면 選拔하기 쉬우며 他形質을 選拔함으로써 間接的인 選拔도 可能하다고 하였다.

Rosielle 等(1977)은 귀리에서 出穗日數, 草長, 種實重 및 藁重 相互間에는 고도의 正의 相關이 있으며 遺傳相關이 表現型相關보다 높다고 하였고, 李 等(1988)은 種實收量과 千粒重과는 正의 遺傳相關을 보이나 다른 形質과는 負의 상관을 보였으며, 각 形質 相互間의 遺傳相關과 表現型相關의 크기는 비슷한 傾向을 보였고 環境相關은 遺傳相關 및 表現型相關과 일정한 傾向이 없다고 하였다.

Chandhanamutta와 Frey(1973)은 귀리의 收量構成要素中 穗重은 種實重 및 穗當小穗와는 正의 相關이 있으나 m²당 穗數와는 負의 相關이 있으며 粒重과는 相關이 없었다고 하였다.

李(1974)는 소맥에서 收量과 千粒重과는 높은 遺傳相關을 보여 千粒重의 選拔은 間接的으로 多收性 選拔을 可能하게 할 것이라고 하였으며, 金 等(1977)도 表現型 相關과 遺傳相關을 이용하여 穗長이 짧고 一穗粒數가 적더라도 1ℓ重이 무거우면서 穗數가 많은 品種을 選拔해 나간다면 早熟이면서 多收性인 品種育成이 어느 정도 가능하다고 주장하였다.

金(1985)은 大麥에서 稈長과 百粒重, 莖數와 穗數, 그리고 穗長과 粒數는 고도의 有意性있는 表現型 및 遺傳相關을 보이며, 收量은 穗長, 百粒重 및 粒數와 고도의 有意性있는 表現型 및 遺傳相關을 보인다고 하였다. 徐 等(1991)은 早熟性 系統群과 晩熟性 系統群을 區分하여 시험한 결과 出穗期 및 成熟期가 早熟性 系統群에서는 穗當粒數 및 收量과, 晩熟性 系統群에서는 穗當粒數와 正의 遺傳相關이 認定되었다고 하였다.

金(1982)은 麥酒麥에서 出穗日數와 生育日數, 穗數와 穗重, 1株重과 穗重間에는 높은 遺傳相關을 보였고 특히 穗重 및 穗數는 收量과 相關程度가 높았다고 하였으며, 表現型相關에서도 각 形質間의 相關度는 대체로 遺傳相關에서의 傾向과 비슷하고 一般的으로 遺傳相關이 表現型相關보다 높았다고 하였다.

Wright(1921)는 어떤 形質들간의 相關關係는 전혀 相關이 없는 境遇를 除外하고는 여러 가지 形質들 間에 複合的인 關係에 의하여 이루어진 것이므로 그들간의 遺傳 相關을 直接效果와 間接效果로 區分할 것을 주장하여 經路係數 分析法을 제안하였고, Li(1956)와 Dewey와 Lu(1959) 等에 의해 체계화되어 그 후 많은 作物에서 應用되어 왔다. 이것은 실제 選拔 이전에 각 形質들의 收量에 미치는 遺傳的 效果를 直·間接 效果들로 나누어 推定할 수 있기 때문에 集團遺傳學에서는 收量構成要素들의 遺傳 分析에 效率的으로 活用되어 왔다.

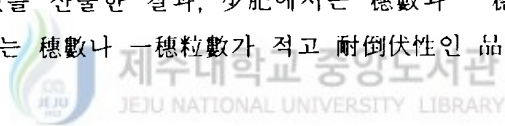
Bhamarchant 等(1964)은 귀리에서 耐倒伏性과 몇가지 形態의 形質들과의 關聯을 分析함에 있어서 經路係數分析法을 이용하는 것이 育種에 有效하였다고 報告하였고, 李 等(1988)은 m²당 穗數, 千粒重, 葉數 및 葉幅이 종실수량에 대한 直接效果가 크며, 千粒重은 一穗粒數를 통한 間接效果도 크다고 하였고, 吳(1997)는 쌀귀리에서 株當

收量에 대한 主要形質의 經路係數는 播種 및 刈取時期에 따라 각 形質의 直接 및 間接效果의 變動幅이 크며 일정한 傾向은 없었다고 하였다.

唄 等(1980)은 小麥에서 經路係數의 年次的 變動이 매우 크나 3개년간 收量에 直接效果가 크게 미치는 形질은 m²당 穗數, 千粒重이었으며, 選拔效果를 높이기 위하여 遺傳統計量을 選拔指標로 삼을 때는 3개년 以上の 結果를 分析·活用하는 것이 좋다고 주장하였고, 李(1974)도 經路係數 分析 結果 收量構成要素들의 收量에 대한 直接效果는 肥料反應型 品種群이나 非反應型 品種群에 있어서 施肥量差에 관계없이 千粒重이 가장 컸다고 하였으며, 金 等(1990)도 收量에 미치는 直接效果는 千粒重, m²당 穗數, 一穗粒數 順으로 크다고 하였다.

金(1982)은 麥酒麥에서 株當收量에 대한 直接效果는 어느 播種期에서나 株當穗數와 株當穗重이 크며, 株當穗數는 早播할수록 다소 크고 晚播할수록 적어지나 株當穗重은 播種期에 따라 뚜렷한 傾向이 없다고 하였고, 金 等(1983)은 收量에 미치는 直接效果가 가장 큰 收量構成要素는 m²당 穗數로써 지역간 變動이 적었고, 그 다음으로 直接效果가 큰 一穗粒數는 지역간 變動이 비교적 컸으며 千粒重의 直接效果는 낮았다고 하였다.

紫田(1960)은 水稻品種에 있어서 施肥量을 달리하였을 境遇의 收量을 成分形質로 分解하여 經路係數를 산출한 결과, 少肥에서는 穗數와 一穗粒數가 많은 品種이 多收이며 多肥에서는 穗數나 一穗粒數가 적고 耐倒伏性인 品種이 多收였다고 報告하였다.



III. 材料 및 方法

本 試驗은 1996年 11月부터 1997年 6月까지 濟州大學校 農科大學 附屬農場에서 遂行하였다.

試驗圃場의 配置는 無肥(N-P₂O₅-K₂O : 0-0-0kg/10a), 減肥(5-4.5-3.5), 標準肥(10-9-7), 增肥(15-13.5-10.5)의 施肥量 4水準을 主區로, 귀리 生産力檢定 및 地域適應試驗에서 選拔된 올귀리 등 19品種을 細區로하여 分割區配置法 3反復으로 하였으며, 施肥方法으로는 磷酸과 加里는 全量을, 窒素는 70%를 基肥로 施用하였고, 나머지 30%는 '97年 1月 26日에 追肥로 施用하였다. 播種은 '96年 11月 13日에 畦幅 60cm, 播幅 15cm로 2~3粒씩 點播하였고, 發芽하여 幼苗가 정착된 후 1株만을 남기고 나머지를 除去하여 1區당 25株를 養成하였다. 其他의 관리는 濟州道 農村振興院 귀리품종 耕種法에 準하여 실시하였다.

主要調査項目은 出穗日數, 生育日數, 稈長, 穗長, 稈直徑, 株當分蘗數, 株當穗數, 有效分蘗率, 穗當粒數, 1000粒重, 株當收量이었다.

遺傳率의 計算은 各 試驗區의 平均值를 使用하여 分散分析法에 의하여 廣義의 遺傳率을 推定하였고, 徑路係數는 Dewey와 Lu(1959)의 方法을 適用하여 算出하였으며, 遺傳相關, 表現型相關 및 環境相關은 Robinson 等(1951)의 方法에 따라 계산하였다.

試驗圃場의 理化學的 特性 및 試驗期間 中 氣像狀態는 各々 表 1, 2와 같다.

Table 1. Soil properties of experimental field

pH (1:5)	O.M (%)	A.V-P ₂ O ₅ (ppm)	Exchangeable cation(me/100g)				E.C. (dS/m)
			Na	Mg	K	Ca	
5.9	1.72	177.7	0.54	0.49	0.41	0.78	0.45

Table 2. Meteorological factors during the growing period

Month	Temperature(°C)						Precipitation (mm)	
	Average		Maximum		Minimum		T	N
	T	N	T	N	T	N		
'96. Nov.	12.9	11.1	16.2	14.9	9.6	7.3	53.3	104.4
Dec.	8.3	6.8	11.1	11.3	6.2	2.8	39.7	61.4
'97. Jan.	4.9	2.9	7.2	6.1	2.3	-0.2	53.8	44.5
Feb.	4.9	4.7	8.3	9.1	2.1	0.9	43.6	165.4
Mar.	8.1	8.0	11.9	12.4	4.8	3.7	197.7	63.0
Apr.	12.7	13.0	17.0	18.0	8.5	7.7	205.7	150.9
May	17.3	18.4	21.7	24.1	13.0	13.2	83.3	88.4
June	20.7	21.7	24.7	26.9	15.3	17.0	170.6	98.2

Note. T : testing period N : normal year(1991~1995)

IV. 結果 및 考察

1. 施肥量에 따른 主要形質의 生態反應

(1) 出穗日數 및 生育日數

表 3은 施肥量에 따른 出穗期 및 成熟期까지의 日數變化이다. 出穗日數는 品種間에는 有意성이 認定되었으나, 施肥量間과 品種과 施肥量의 相互作用에서는 有意성이 없어 品種자체의 早晚性에 따라 어떠한 施肥量에서도 安定된 反應을 보였다. 出穗日數는 179.7~201.0일의 範圍를 보였으며, 出穗日數가 짧은 品種은 울귀리, 아리 80, 연맥 B, 탐라 3호, 탐라 4호, 탐라 5호, 탐라 6호, Pennwin, PERDEBERG.S.A1514, IT 58504 등이었으며, IT 133680이 가장 긴 品種이었고 말귀리, 탐라 7호, 귀리 34호 등도 길었다. 生育日數도 施肥量間에는 有意성이 認定되지 않았으나 品種間과 品種과 施肥量의 相互作用에서는 有意성이 認定되었다. 生育日數는 204.7~220.0일의 範圍를 보였고, 生育日數가 짧은 品種은 탐라 3호, 탐라 4호, 탐라 5호, 탐라 8호, PERDEBERG.S.A1514, IT 133805, IT 58504 등이었고, IT 133680품종이 가장 길었으며, 탐라 7호, 귀리 34호 등도 긴 편이었다.

이는 崔 等(1976)이 大麥에서 出穗期는 施肥量에 따른 差가 認定되지 않았으며, 曹 等(1972)이 大·小麥에서 林(1976)과 朴(1975)은 大麥에서 施肥量 및 栽培樣式에 의한 出穗 및 成熟期 差異보다는 品種間 差異가 더 크게 나타난다고 한 報告와 類似하였으나, 李 等(1975)의 大麥, 崔 等(1976)의 小麥 및 金 等(1984)의 稈麥에서 出穗期 및 成熟期는 施肥量이 增加함에 따라 遲延된다는 報告와는 다른 傾向이었다.

(2) 稈長 및 穗長

施肥量에 따른 稈長 및 穗長의 變化는 表 4와 같다. 增施할수록 稈長은 길어지는 傾向을 보였으며, 말귀리가 52.0cm로 가장 짧았고 탐라 4호와 IT 133805 등도 비교적 短稈이었다. 탐라 7호는 96.0cm로 가장 길었으며 울귀리, 탐라 9호, IT 133680, IT 58504 등도 긴 편이었다. 穗長도 稈長과 같은 傾向으로 增施할수록 길어졌으며, 탐라 2호, 탐라 7호, 귀리 34호, IT 133680, IT 58504는 穗長이 긴 品種이었고, 탐라 5호와 IT 133805는 짧았다.

Table 3. Days to heading and maturity of the hulled oat cultivars on the different fertilizer levels

Cultivar	Days to heading					Days to maturity				
	A	B	C	D	Ave.	A	B	C	D	Ave.
Olgwiri	180.3	180.7	180.3	181.0	180.6	208.0	209.0	208.7	209.0	208.7
Early 80	181.7	179.0	180.3	179.7	180.2	210.3	209.7	210.3	209.3	209.9
Malgwiri	189.3	188.0	190.0	185.3	188.2	206.7	207.0	208.3	207.3	207.3
Younmac B	180.7	180.0	181.0	181.3	180.8	210.3	209.7	211.0	208.7	209.9
Tamla 2	185.0	183.0	186.0	184.3	184.6	207.7	208.0	207.3	209.0	208.0
Tamla 3	182.0	183.0	181.3	181.3	181.9	206.3	206.0	205.0	207.0	206.1
Tamla 4	181.0	180.0	183.3	180.0	181.1	205.3	204.7	206.7	206.0	205.7
Tamla 5	180.0	180.7	179.0	178.7	179.6	205.0	206.3	207.0	206.7	206.3
Tamla 6	181.0	181.3	179.3	181.3	180.7	209.7	210.0	208.7	209.7	209.5
Tamla 7	186.3	187.7	186.7	187.0	186.9	209.7	215.3	211.7	212.0	212.2
Tamla 8	182.0	181.7	182.3	183.0	182.3	204.7	206.7	206.3	206.3	206.0
Tamla 9	186.0	187.7	187.7	187.3	187.2	209.3	211.3	212.7	211.3	211.2
Gwiri 34	188.7	187.3	188.7	189.0	188.4	212.7	213.7	212.0	212.3	212.7
Pennwin	181.0	180.3	180.7	181.3	180.8	207.7	208.3	208.0	208.3	208.1
PERDEBERG SAI514	183.0	179.7	182.0	180.3	181.3	205.3	206.0	207.3	207.0	206.4
IT 133680	194.0	198.3	201.0	197.7	197.8	210.0	218.7	220.0	214.7	215.9
IT 133805	185.0	184.7	183.7	186.0	184.9	205.0	207.0	206.3	206.7	206.3
IT 58018	182.7	183.0	184.3	182.3	183.1	208.3	208.3	208.3	209.0	208.5
IT 58504	180.7	179.7	180.0	180.3	180.2	206.7	207.0	207.0	206.3	206.8
Average	183.7	183.5	184.0	183.5		207.8	209.1	209.1	208.8	
LSD(5%) between fertilizer means					NS					NS
LSD(5%) between cultivar means					1.4					1.3
LSD(5%) between cultivar means for the same fertilizer					NS					2.6
LSD(5%) between fertilizer means for the same or different cultivar					NS					4.1

♪ A:N-P₂O₅-K₂O=0-0-0 B:5-4.5-3.5 C:10-9-7 D:15-13.5-10.5

Table 4. Culm and panicle length of the hulled oat cultivars on the different fertilizer levels

Cultivar	Culm length(cm)					Panicle length(cm)				
	A	B	C	D	Ave.	A	B	C	D	Ave.
Olgwiri	74.0	78.7	78.7	88.0	79.9	19.3	20.3	20.3	21.0	20.2
Early 80	66.0	78.7	72.7	75.3	73.2	17.7	18.7	18.7	19.3	18.6
Malgwiri	44.3	52.3	54.0	57.3	52.0	18.7	19.0	19.3	19.7	19.2
Younmac B	65.7	75.0	75.0	77.3	73.3	16.7	19.3	20.0	18.7	18.7
Tamla 2	65.3	75.7	84.7	81.7	76.9	24.0	25.3	25.3	24.7	24.8
Tamla 3	60.7	67.7	76.0	74.0	69.9	18.0	19.3	19.3	20.7	19.3
Tamla 4	63.3	77.7	84.7	80.7	76.6	15.7	18.7	18.7	20.0	18.3
Tamla 5	61.3	70.7	75.3	78.3	71.4	16.0	17.3	17.7	17.7	17.2
Tamla 6	68.0	72.0	79.3	80.3	74.9	18.7	19.0	19.7	21.0	19.6
Tamla 7	90.0	96.0	95.7	102.3	96.0	23.3	23.7	22.3	22.7	23.0
Tamla 8	67.7	79.3	83.7	83.3	78.5	16.7	18.0	18.7	19.0	18.1
Tamla 9	73.3	81.7	84.3	87.0	81.6	22.0	24.7	24.3	25.3	20.1
Gwiri 34	68.3	78.7	86.0	81.3	78.6	22.0	22.7	24.7	24.0	23.4
Pennwin	68.3	79.3	80.0	73.7	75.3	18.3	21.7	21.3	21.3	20.7
PERDEBERG SAI514	65.7	75.7	79.3	79.0	74.9	16.3	20.3	19.3	19.3	18.8
IT 133680	70.3	81.0	82.7	85.7	79.9	22.0	22.7	24.7	23.3	23.2
IT 133805	56.0	66.0	68.3	69.7	65.0	15.7	17.3	18.3	17.7	17.3
IT 58018	70.0	77.3	84.7	84.3	79.1	19.3	19.3	20.0	20.7	19.8
IT 58504	69.3	81.7	92.7	91.7	83.9	19.7	22.3	25.3	22.3	22.4
Average	63.6	76.1	79.9	80.6		19.0	20.5	20.9	21.0	
LSD(5%) between fertilizer means					7.9					1.5
LSD(5%) between cultivar means					3.9					1.0
LSD(5%) between cultivar means for the same fertilizer					NS					NS
LSD(5%) between fertilizer means for the same or different cultivar					NS					NS

이는 崑 等(1973), 李 等(1975), 申 等(1996)의 大麥과 金 等(1984)의 稞麥에서 施肥量의 增加에 따라 稈長도 增大되었으며, 崔 等(1976)의 大·小麥에서 施肥量이 增加함에 따라 稈長과 穗長이 길어져 稈長이 增大해야 穗長도 增大할 수 있다는 報告와 類似하였다.

(3) 稈直徑 및 株當分蘗數

稈直徑 및 株當分蘗數의 變化를 보면 表 5와 같으며, 稈直徑은 増施할수록 두꺼워졌으나, 有意性은 認定되지 않아 品種自體의 特性이 강하다고 생각되었다. 品種別로는 탐라 2호, 탐라 7호, IT 133680 등이 두꺼운 品種이었으며 탐라 5호, IT 133805, IT 58504 등은 가는 品種이었다. 株當分蘗數는 増施할수록 增加하였고 品種別로는 탐라 5호가 15.4개로 가장 많았으며 탐라 3호, 탐라 6호, PERDEBERG.S.A1514, IT 58504 등도 많은 편이었다. IT 133680과 IT 58504는 分蘗數가 각각 7.2개와 7.1개로 가장 적었다.

(4) 株當穗數 및 有效分蘗率

施肥量에 따른 株當穗數 및 有效分蘗率은 表 6과 같다. 株當穗數는 標準肥區까지는 施肥量이 增加할수록 增加하였으나 増肥區에서는 다소 減少하는 傾向을 보여 崔 等(1976)이 大·小麥에서 施肥量 增加에 따라 穗數의 增大를 보였으며, 崑 等(1973)의 大麥과 金 等(1984)의 稞麥에서 施肥量이 增加하면 穗數가 급격히 增加하여 普肥區보다 倍肥區에서 穗數를 최대로 확보할 수 있었다고 한 報告와는 多少 相異하였다. 穗數가 많은 品種은 탐라 3호, 탐라 5호, PERDEBERG.S.A1514, IT 58018 등이었고, IT 133680은 가장 적었으며 말귀리, IT 133805, IT 58504 등도 穗數가 적은 品種이었다. 有效分蘗率은 施肥量간에 有意性이 없었으며, 品種간에는 有意性이 認定되어 河 等(1980)이 麥酒麥에서 窒素増施로 分蘗數는 增大하지만 有效莖率은 品種 자체 特性을 강하게 보인다는 報告와 유사하였다. 有效分蘗率이 80% 以上되는 品種은 올귀리, 탐라 2호, 탐라 3호, 탐라 4호, 탐라 5호, 탐라 7호, 탐라 8호, 귀리 34호, Pennwin, PERDEBERG.S.A1514였고, IT 133680은 36.6%로 가장 낮았다.

Table 5. Culm diameter and the number of tillers per plant of the hulled oat cultivars on the different fertilizer levels

Cultivar	Culm diameter(mm)					No. of tillers per plant					
	A	B	C	D	Ave.	A	B	C	D	Ave.	
Olgwiri	4.8	4.8	4.8	5.0	4.9	8.4	11.3	11.3	13.9	11.2	
Early 80	4.5	5.1	4.9	4.9	4.9	7.7	13.1	12.8	12.9	11.6	
Malgwiri	5.9	6.2	6.3	6.3	6.2	6.2	7.9	9.3	10.0	8.4	
Younmac B	4.5	5.0	5.1	5.2	5.0	9.0	9.9	12.9	13.4	11.3	
Tamla 2	5.9	6.6	6.6	6.5	6.4	6.6	9.2	10.8	10.8	9.4	
Tamla 3	5.0	5.4	5.3	5.4	5.3	11.3	11.4	14.1	14.2	12.8	
Tamla 4	4.9	5.3	5.5	5.5	5.3	6.3	10.7	11.7	11.1	10.0	
Tamla 5	4.5	4.5	4.6	4.8	4.6	12.1	13.6	19.0	16.9	15.4	
Tamla 6	4.8	5.1	5.4	5.1	5.1	9.1	12.2	12.8	14.8	12.2	
Tamla 7	6.0	6.0	5.7	6.2	6.0	8.2	9.1	11.2	12.8	10.3	
Tamla 8	5.3	5.3	5.8	5.5	5.5	7.4	11.3	11.5	10.1	10.1	
Tamla 9	5.6	6.1	5.5	5.9	5.8	7.9	11.2	12.2	13.7	11.3	
Gwiri 34	5.3	6.0	5.7	5.7	5.7	7.0	8.7	10.9	10.7	9.3	
Pennwin	4.5	5.0	4.9	4.6	4.8	8.0	9.2	11.1	10.8	9.8	
PERDEBERG S.A1514	4.7	5.0	5.0	4.9	4.9	9.7	12.1	13.1	14.9	12.5	
IT 133680	5.8	6.1	6.7	6.5	6.3	5.0	6.0	8.3	9.3	7.2	
IT 133805	3.6	3.9	4.1	4.0	3.9	5.8	8.7	10.9	11.3	9.2	
IT 58018	5.2	5.2	5.5	5.2	5.3	10.9	11.8	14.2	14.2	12.8	
IT 58504	4.2	4.6	4.8	4.5	4.5	4.9	7.8	8.3	7.3	7.1	
Average	5.0	5.3	5.4	5.4		8.0	10.3	11.9	12.3		
LSD(5%) between fertilizer means						NS					3.1
LSD(5%) between cultivar means						0.3					0.9
LSD(5%) between cultivar means for the same fertilizer						NS					1.8
LSD(5%) between fertilizer means for the same or different cultivar						NS					3.5

Table 6. The number of panicles per plant and the rate of effective tillering of the hulled oat cultivars on the different fertilizer levels

Cultivar	No. of panicles per plant					Rate of effective tillering					
	A	B	C	D	Ave.	A	B	C	D	Ave.	
Olgwiri	7.2	9.7	9.7	10.7	9.3	85.8	86.9	86.9	76.8	84.1	
Early 80	6.2	10.2	9.4	8.8	8.7	80.8	78.7	76.1	68.9	76.1	
Malgwiri	4.6	6.0	7.5	7.9	6.5	75.0	76.4	81.7	78.9	78.0	
Younmac B	6.7	7.8	9.5	10.2	8.6	75.4	79.2	74.1	76.1	76.2	
Tamla 2	6.0	7.9	10.2	8.7	8.2	91.2	86.1	94.7	80.8	88.2	
Tamla 3	9.7	9.0	12.5	13.2	11.1	85.3	79.3	88.6	93.6	86.7	
Tamla 4	5.5	9.6	9.8	8.7	8.4	89.3	89.1	85.0	78.4	85.5	
Tamla 5	9.7	10.6	15.7	13.8	12.5	80.4	77.6	82.6	82.0	80.7	
Tamla 6	7.1	8.6	9.6	9.6	8.7	78.1	68.9	74.7	64.6	71.6	
Tamla 7	7.3	7.4	9.3	11.2	8.8	89.2	81.4	83.7	87.7	85.5	
Tamla 8	6.1	9.2	9.6	9.3	8.6	82.8	81.6	84.1	92.9	85.4	
Tamla 9	5.6	7.8	8.0	8.7	7.5	70.1	68.7	68.7	63.2	67.7	
Gwiri 34	5.2	7.4	9.4	9.1	7.8	76.6	84.5	86.7	85.3	83.3	
Pennwin	6.9	7.8	9.0	8.8	8.1	86.3	83.8	81.3	81.3	83.2	
PERDEBERG. S.A1514	8.4	9.8	10.2	11.8	10.1	86.5	80.6	78.2	79.0	81.1	
IT 133680	2.2	2.6	2.4	3.0	2.6	42.3	42.8	29.2	32.0	36.6	
IT 133805	4.3	7.4	7.7	7.0	6.6	74.3	88.6	73.6	62.2	74.7	
IT 58018	8.1	9.6	11.5	11.0	10.1	74.9	79.3	80.8	77.4	78.1	
IT 58504	3.8	5.9	6.7	5.2	5.4	77.3	72.1	84.1	72.3	76.5	
Average	6.3	8.1	9.4	9.3		79.0	78.2	78.7	75.4		
LSD(5%) between fertilizer means					2.1						NS
LSD(5%) between cultivar means					0.8						6.8
LSD(5%) between cultivar means for the same fertilizer					1.7						NS
LSD(5%) between fertilizer means for the same or different cultivar					2.6						NS

(5) 穗當粒數 및 穗重

施肥量에 따른 穗當粒數 및 穗重의 變化는 表 7과 같다. 標準肥區까지는 增施할수록 粒數가 增加하였으나 增肥區에서는 減少하는 傾向을 보여 玄(1994)이 귀리에서 10a당 窒素 및 磷酸 10kg, 加里 8kg까지는 施肥量이 많을수록 粒數는 增加되었고 그 이상 施肥量이 많을 경우 다소 減少되었다는 報告와 一致하였으나, 朴(1975)의 大麥과 崔等(1976)의 大·小麥에서 增施할수록 粒數가 增加하였다는 報告와는 다른 結果를 보였는데, 이는 增肥에 따른 倒伏發生과 營養生長에서 生殖生長으로의 轉換이 늦어졌고 出穗時期의 降雨로 인해 不稔粒이 多數 發生하였기 때문이라고 생각된다. 品種別로는 귀리 34호가 135.8개로 가장 많았고 탐라 2호, 탐라 7호, 탐라 9호 등도 많은 편이었으며 아리 80, 연맥 B, 탐라 3호, 탐라 6호, IT 133805 등은 粒數가 적은 편이었다. 施肥量에 따른 穗重은 增施할수록 增加하여 曹等(1973)이 大麥에서 標準肥區보다 倍肥區에서 穗重이 무거웠다는 報告와 類似하였다. 品種別로는 탐라 2호와 탐라 7호가 무거웠으며, 탐라 5호와 IT 133805 등은 가벼웠다.

(6) 千粒重 및 株當收量

施肥量에 따른 千粒重과 株當收量の 變化는 表 8과 같다. 千粒重은 施肥量의 變化에 따른 差가 認定되지 않았으나 品種間에는 다소 差異가 있었으며 아리 80, 연맥 B, 탐라 3호, 탐라 6호 등은 千粒重이 무거웠고, 귀리 34호, IT 133680 등은 가벼웠다. 이와 같은 結果는 成(1974)의 小麥의 登熟 및 品質 研究結果와는 다른 傾向이었으나, 朴(1975)이 大麥에서 施肥量, 播種期 및 播種量 差異에 따른 變異幅이 작다고 한 報告와는 類似하였다. 曹(1974)는 大麥에서 千粒重은 비교적 環境變異에 鈍感하고 品種間 差異가 크다고 하였으며, Hobbs(1953)와 Lamb(1936)에 의하면 밑에서 施肥量 增加에 따른 千粒重의 變異는 穗數나 一穗粒數의 變異보다 비교적 적으므로 收量增加에 큰 역할을 하지 못한다고 하였다. 그리고 申等(1996)은 大麥에서 施肥量에 따른 千粒重에 큰 차이가 없었던 것은 한국에서는 登熟期間이 짧고 기온도 단기간에 급상승하기 때문에 高位分蘖의 種實粒까지 충실을 기하기에는 어려운 것으로 판단된다고 報告하였다. 施肥量에 따른 株當收量은 標準肥區까지는 增施할수록 增加하였고, 增肥區에서는 다소 減少하는 傾向이었으나 有意성은 認定되지 않았다. 이는 成(1974)의 小麥, 朴(1975)의 大麥 및 趙(1970)와 崔等(1976)의

Table 7. The number of kernels per panicle and the panicle weight of the hulled oat cultivars on the different fertilizer levels

Cultivar	No. of kernels per panicle					Panicle weight(g)				
	A	B	C	D	Ave.	A	B	C	D	Ave.
Olgwiri	89.9	98.7	98.7	89.8	94.3	4.2	4.8	4.8	4.5	4.6
Early 80	52.5	54.2	58.0	53.4	54.5	3.5	4.0	3.7	3.6	3.7
Malgwiri	85.4	98.1	105.7	95.7	96.2	3.5	4.0	4.1	3.8	3.9
Younmac B	53.8	67.1	67.5	66.9	63.8	3.8	4.6	3.9	4.1	4.1
Tamla 2	101.2	119.9	122.2	116.4	114.9	4.1	4.5	6.0	5.8	5.1
Tamla 3	51.9	59.6	68.0	63.3	60.7	2.9	3.1	3.7	3.6	3.3
Tamla 4	61.0	86.6	94.4	87.9	82.5	2.5	2.8	3.3	3.4	3.0
Tamla 5	53.9	55.7	66.0	68.4	61.0	2.6	2.7	3.3	3.1	2.9
Tamla 6	56.1	56.5	74.8	69.9	64.3	3.8	4.3	4.6	4.8	4.4
Tamla 7	100.2	113.1	124.2	128.4	116.5	4.3	5.0	5.2	5.5	5.0
Tamla 8	98.6	100.9	97.9	90.6	97.0	3.0	3.4	3.4	3.6	3.4
Tamla 9	91.5	98.2	105.9	114.8	102.6	4.1	4.5	3.9	5.0	4.4
Gwiri 34	121.6	134.8	144.4	142.5	135.8	3.9	4.1	4.5	4.7	4.3
Pennwin	81.9	82.5	87.7	87.4	84.9	3.9	4.2	4.0	4.1	4.1
PERDEBERG. S.A1514	52.2	90.5	86.8	88.2	79.4	2.9	4.0	4.4	4.1	3.9
IT 133680	55.1	92.1	103.6	97.7	87.1	2.3	2.8	3.1	4.0	3.1
IT 133805	41.8	41.1	44.0	43.9	42.7	1.7	2.0	2.1	2.2	2.0
IT 58018	79.3	88.0	74.5	75.6	79.4	3.1	3.3	3.0	3.1	3.1
IT 58504	55.3	68.1	96.1	79.7	74.8	2.2	3.1	4.2	4.1	3.4
Average	72.8	84.5	90.5	87.4		3.3	3.7	4.0	4.1	
LSD(5%) between fertilizer means					4.6					0.3
LSD(5%) between cultivar means					5.9					0.4
LSD(5%) between cultivar means for the same fertilizer					11.9					0.7
LSD(5%) between fertilizer means for the same or different cultivar					12.4					0.8

Table 8. 1000-kernel weight and the grain yield per plant of the hulled oat cultivars on the different fertilizer levels

Cultivar	1000-kernel weight(g)					Grain yield per plant(g)				
	A	B	C	D	Ave.	A	B	C	D	Ave.
Olgwiri	39.3	38.2	38.2	36.3	38.0	15.0	22.2	22.2	27.5	21.7
Early 80	49.1	50.2	48.1	51.3	49.7	10.5	21.2	22.3	20.3	18.6
Malgwiri	35.0	36.3	34.6	34.9	35.2	8.2	11.0	12.5	14.6	11.6
Younmac B	46.3	52.4	44.5	48.5	47.9	10.9	14.4	18.1	17.3	15.2
Tamla 2	32.8	35.2	35.0	33.8	34.2	13.2	23.3	25.5	25.9	22.0
Tamla 3	43.2	41.2	39.2	40.0	40.9	13.6	14.1	17.0	17.9	15.7
Tamla 4	33.5	32.2	31.7	32.6	32.5	7.7	13.5	15.7	13.5	12.6
Tamla 5	39.3	40.1	39.4	39.3	39.5	13.7	16.8	22.0	21.9	18.6
Tamla 6	46.5	50.9	48.0	46.6	48.0	12.8	16.0	22.2	21.5	18.1
Tamla 7	32.5	32.7	32.4	33.4	32.8	14.6	15.2	21.5	22.4	18.4
Tamla 8	31.0	32.8	32.4	29.5	31.4	9.5	14.9	14.7	11.6	12.7
Tamla 9	35.5	34.2	33.0	33.7	34.1	9.3	15.7	17.5	16.7	14.8
Gwiri 34	26.8	28.5	27.2	27.0	27.4	6.1	10.4	13.6	9.3	9.9
Pennwin	38.2	38.4	38.7	38.8	38.5	12.4	17.5	17.4	16.5	16.0
PERDEBERG S.A1514	39.5	39.7	39.2	36.1	38.6	12.5	17.6	18.9	17.6	16.7
IT 133680	27.7	27.9	26.1	27.4	27.3	2.4	3.4	3.6	4.1	3.4
IT 133805	36.8	37.2	37.1	36.4	36.9	3.7	7.7	9.7	8.9	7.5
IT 58018	32.1	29.7	31.7	30.3	31.0	11.3	12.7	14.6	13.8	13.1
IT 58504	36.6	35.8	36.2	34.9	35.9	5.4	9.6	11.2	7.4	8.4
Average	36.9	37.6	36.5	36.4		10.1	14.6	16.9	16.2	
LSD(5%) between fertilizer means					NS					NS
LSD(5%) between cultivar means					1.9					1.5
LSD(5%) between cultivar means for the same fertilizer					NS					2.9
LSD(5%) between fertilizer means for the same or different cultivar					NS					3.8

大·小麥에서 施肥量 增加에 따라서 收量이 增加하였다는 報告와는 다른 結果를 보였으나, Long 等(1951)이 小麥에서, Pendleton 等(1953)은 大麥에서 品種間 肥料反應은 差異가 顯著하였으며 增肥에 의하여 收量이 급증하는 品種과 완만하게 增加 또는 減少하는 品種을 볼 수 있었다는 報告와는 類似하였다. 品種別로는 탐라 2호가 22.0g으로 가장 높았고, 울귀리(21.7g), 아리 80(18.6g), 탐라 5호(18.6g), 탐라 6호(18.1g), 탐라 7호(18.4g) 等도 높았으며, IT 133680은 3.4g으로 株當收量이 가장 낮았다.

施肥量 變化에 따른 각 品種의 株當收量의 變化는 表 9에서와 같다. 數式에서 구한 最高收量을 얻을 수 있는 施肥量은 株當收量이 가장 많았던 탐라 2호는 標準肥의 1.2배, 울귀리는 1.3배 施肥量에서였다.

Table 9. Significant regression equation of the fertilizer levels upon grain yield in hulled oat cultivars

Cultivar	Equation
Olgwiri	$Y^{**} = -7.300X^2 + 19.583X + 14.775$
Early 80	$Y^{**} = -12.633X^2 + 25.023X + 10.862$
Malgwiri	$Y^{**} = -0.667X^2 + 5.107X + 8.337$
Younmac B	$Y^{**} = -4.333X^2 + 11.087X + 10.643$
Tamla 2	$Y^{**} = -9.700X^2 + 22.583X + 13.525$
Tamla 4	$Y^{**} = -7.967X^2 + 15.877X + 7.672$
Tamla 5	$Y^{**} = -3.167X^2 + 10.677X + 13.355$
Tamla 6	$Y^{**} = -3.900X^2 + 12.323X + 12.278$
Tamla 8	$Y^* = -8.533X^2 + 14.013X + 9.623$
Tamla 9	$Y^{**} = -7.233X^2 + 15.697X + 9.365$
Gwiri 34	$Y^{**} = -8.600X^2 + 15.487X + 5.743$
PERDEBERG.S.A.1514	$Y^* = -6.367X^2 + 12.917X + 12.525$
IT 133680	$Y^{**} = -0.533X^2 + 1.853X + 2.427$
IT 133805	$Y^{**} = -4.767X^2 + 10.663X + 3.665$
IT 58504	$Y^{**} = -8.100X^2 + 13.677X + 5.222$

♪ *, ** : Significant at 5%, 1% level of probability

2. 施肥量에 따른 選拔指標

(1) 遺傳率

施肥量에 따른 각 形質의 遺傳分散, 表現型分散 및 遺傳率은 表 10에서 보는 바와 같다. 本 試驗에서 推定된 諸形質들의 遺傳率은 供試材料가 分離集團이 아니고 특정 方向으로 選拔된 品種으로서 固定度가 상당히 높은 品種의 平均値에서 얻어진 것이므로 대부분 높은 값을 보였지만 形質相互間의 相對的인 比較는 可能하므로 그 傾向과 程度는 推測할 수 있었다.

出穗日數, 稈長, 穗長, 稈直徑, 穗當粒數, 千粒重, 株當收量의 遺傳率은 比較的 높았으며 生育日數, 株當分蘗數, 株當穗數, 穗重의 遺傳率은 中程度 그리고 有效分蘗率의 遺傳率은 낮은 편이었다. 出穗日數, 稈長 및 穗長의 遺傳率이 높게 나타난 것은 Johnson 等(1966), Fonseca 等(1968), Gandhi 等(1974), 李(1974) 等の 小麥과 甝(1997)의 쌀귀리에서 報告한 結果와 類似하였으나, 本 研究에서 生育日數는 中程度로 평가되어 다른 傾向을 보였다. 收量關聯形質인 穗當粒數, 千粒重, 株當收量의 遺傳率도 높게 평가되어 甝(1997)의 쌀귀리와 徐 等(1991)의 大麥에서 報告한 結果와 類似하였는데 研究者에 따라서 同一形質에 대하여 다르게 報告한 바도 있다. 즉, 穗當粒數에 있어서 李(1974)와 金(1977) 等の 小麥과 李 等(1988)의 귀리에서는 中程度로 평가하고 있으며, 金(1982)의 麥酒麥, 金(1984)의 大麥 및 曹 等(1980)의 小麥에서는 낮았다고 하였고, 千粒重도 李 等(1988)의 귀리, 徐 等(1991)의 大麥 및 甝(1997)의 쌀귀리에서는 높았다고 하였으며, 李(1974)와 曹 等(1980)의 小麥에서는 中程度였고, 金 等(1988)의 稈麥에서는 매우 높았다고 보고하였다. 株當收量에 있어서도 甝(1997)의 쌀귀리에서는 높다고하여 本 研究와 一致하였으나, 李(1988)의 귀리에서는 中程度, 李(1974)의 小麥에서는 낮다고 報告하여 다른 傾向이었다.

株當穗數의 遺傳率은 小麥에서 Johnson 等(1966)과 Reddi 等(1969)은 낮다고 하였으나 Fonseca 等(1968)은 높다고 하였는데, 本 試驗에서는 中程度로 評價되었다.

Gotoh와 Osanai(1959)는 小麥에서 收量의 遺傳力은 少肥條件에서 가장 높았으며 少肥條件에서 多收性 系統의 出現이 많았고 이것들은 여러 施肥條件에 잘 適應하였다고 보고하였는데, 本 試驗에서는 시비량이 증가할수록 증가하여 增肥水準에서 株當收量의 遺傳率이 가장 높게 나타났다.

施肥量の變化에 따른 同一形質의 遺傳率 變動을 보면, 유전율이 높았던 穗當粒數(87.9~94.5%)와 千粒重(84.1~90.6%)의 변동이 가장 적었고, 出穗日數(80.2~94.3%), 稈長(77.4~88.0%), 穗長(74.9~84.7%), 稈直徑(75.3~82.0%), 株當收量(76.8~93.4%)은 中間程度였으며, 生育日數(59.3~81.1%), 株當分蘗數(61.9~86.9%), 株當穗數(59.4~89.4%), 有效分蘗率(40.1~81.7%), 穗重(59.2~86.8%)은 變動이 심하였다.

酒井(1954)에 의하면 遺傳力의 값은 世代의 경과에 따라 增加한다고 하였고, 赤藤等(1958)과 明峰等(1958)은 水稻의 몇 개 形質에 대한 遺傳力이 播種期, 栽培條件, 年次, 生育場所 等に 따라서도 變動한다고 하였다. 또한 金等(1979)은 小麥에서 遺傳力이 品種과 地域의 相互作用이 있음을 시사하였고, 李(1974), 曺等(1980) 및 李等(1983)은 小麥에서 品種과 年次의 相互作用이 있음을 시사하여 收量構成要素 中 千粒重의 遺傳率이 年次間 變動이 매우 작았다고 하였으며, 福岡等(1970)도 같은 傾向을 보고하였다. 施肥量에 따른 遺傳率 變動이 적었던 穗當粒數는 李(1974)가 小麥을 肥料反應型 品種群과 非反應型 品種群으로 나누어 施肥水準에 따른 遺傳力의 變動을 조사한 結果 收量構成要素 中 一穗粒數와 千粒重 等에서는 큰 變動을 보이지 않는다는 報告와 類似하였으나 曺等(1980)이 小麥에서 年次間 變動이 크다는 報告와 兪(1997)가 쌀귀리에서 播種期 및 刈取時期에 따른 變動이 크다는 報告와는 다른 傾向이었다.

遺傳率이 낮은 形質은 그 形質에 대하여 品種分化가 크지 못함을 意味하고 遺傳率이 높은 形質은 이들의 形質이 品種間 差異가 크거나 環境에 의한 形質發現의 變異幅이 적다는 것을 알 수 있다. 그러므로 播種期, 年次, 生育場所, 栽培條件 等 環境의 變動이 적으면서 遺傳率이 높은 形質을 대상으로 選拔을 하여 育種을 하는 것이 效率的이라 생각되며, 本 試驗에서는 穗當粒數와 千粒重이 施肥量에 따른 遺傳率 變動이 적으면서 동시에 遺傳率도 높아 收量에 대한 選拔의 效果가 높을 것으로 생각되었으며, 株當收量의 遺傳率도 높게 평가되어 收量에 대한 直接的인 選拔도 可能함을 알 수 있었다.

Table 10. Genotypic and phenotypic variance, and heritability estimates on the different fertilizer levels

Fertilizer level	Statistic	Days to heading maturity	Days to maturity	Culm length	Panicle length	Culm diameter	No. of tillers per plant	No. of panicles per plant	Rate of effective tillering	No. of kernels per panicle	Panicle weight	1000-kernel weight	Grain yield per plant
A	Vg	13.770	3.916	92.746	5.750	0.388	2.792	2.783	87.109	492.702	0.466	36.786	12.035
	Vph	17.174	6.603	119.819	7.678	0.528	4.134	3.940	174.417	560.373	0.787	40.655	15.670
	h^2	80.2	59.3	77.4	74.9	73.5	67.5	70.6	49.9	87.9	59.2	90.5	76.8
B	Vg	22.337	11.473	92.431	4.980	0.430	2.983	2.753	71.688	553.793	0.555	49.008	23.563
	Vph	23.675	14.142	119.873	6.470	0.524	4.821	4.638	178.943	629.937	0.733	54.089	26.467
	h^2	94.3	81.1	77.1	77.0	82.0	61.9	59.4	40.1	87.9	75.7	90.6	89.0
C	Vg	26.175	10.042	110.656	6.061	0.401	3.168	4.849	162.586	585.071	0.725	34.439	31.820
	Vph	30.684	13.852	135.275	7.158	0.497	4.439	5.566	214.728	618.799	0.836	38.838	35.781
	h^2	85.3	72.5	81.8	84.7	80.6	71.4	87.1	75.7	94.5	86.8	88.7	88.9
D	Vg	18.041	5.105	108.949	4.146	0.463	4.446	5.210	174.335	602.678	0.634	41.201	36.634
	Vph	20.957	6.545	123.782	5.396	0.609	5.115	5.828	213.501	642.019	0.836	48.964	39.236
	h^2	86.1	78.0	88.0	76.8	76.1	86.9	89.4	81.7	93.9	75.9	84.1	93.4

p A:N-P₂O₅-K₂O=0-0-0 B:5-4.5-3.5 C:10-9-7 D:15-13.5-10.5

(2) 形質間의 相關

遺傳相關은 遺傳分散과 遺傳共分散에서 얻어지고 遺傳子型과 環境과의 相互作用에 의하여 遺傳相關에 變動이 생긴다고 볼 수 있다. 따라서 供試材料나 栽培環境 즉, 播種期和 施肥量 等の 栽培方法이나 年次, 生育場所 等に 따라 遺傳相關이 변할 수 있는데, 本 試驗에 利用된 材料는 交雜率이 매우 적은 固定品種群이므로 品種育成過程에서 人爲的인 選拔의 影響도 遺傳相關에 影響을 주었으리라 생각된다(金, 1982)

施肥量의 變化에 따른 遺傳相關, 表現型相關 및 環境相關을 보면 表 11, 12, 13과 같다. 生育日數는 出穗日數와 正의 遺傳相關을 보여 金 等(1983)의 麥酒麥에서와 유사한 결과를 보였으며, 增施할수록 相關값은 增加하였는데 無肥區에서의 遺傳相關이 매우 낮게 나타났다. 穗長은 生育日數와 높은 正의 遺傳相關을 보였으며 稈長과도 比較的 相關關係가 높았다. 稈直徑은 出穗日數와 높은 正의 相關關係를 보였으며, 穗長과도 正의 相關關係를 보였다. 株當分蘗數는 出穗日數와 負의 相關을 보였으며, 穗長 및 稈直徑과도 낮은 負의 相關을 보였다. 株當穗數는 出穗日數와 높은 負의 相關을 보였고 株當分蘗數와는 높은 正의 相關關係를 보였는데, 增施할수록 相關關係가 減少하는 傾向이었다. 有效分蘗率은 出穗日數와 높은 負의 相關關係가 있었으며, 株當穗數와는 높은 正의 遺傳相關關係가 있었다. 穗當粒數는 穗長과 높은 正의 遺傳相關이 있었으며 增施할수록 增加하는 傾向이었고, 稈直徑과도 높은 遺傳相關이 있었다. 穗重은 穗當粒數와 높은 遺傳相關이 있었으며 穗長과는 중정도였고 그 이외의 形質들과는 相關도가 낮았다. 千粒重은 出穗日數, 成熟日數, 稈長, 穗長, 稈直徑, 穗當粒數 等과 負의 遺傳相關關係에 있었는데, 특히 出穗日數 및 穗當粒數와는 負의 相關도가 높아 金(1982)의 麥酒麥과 甴(1997)의 쌀귀리에서와 類似한 傾向을 보였다. 그러나 甴 等(1979)은 小麥에서 千粒重과 出穗日數間에는 높은 正의 遺傳相關을, Park(1994)은 春과중 쌀귀리에서 千粒重과 株當粒數間에는 높은 正의 遺傳相關을 보고하여 本 研究와는 다른 傾向을 보였다. 그리고 千粒重과 株當分蘗數, 株當穗數, 有效分蘗率간에는 正의 遺傳相關을 보였는데 그 相關도는 비교적 낮았다.

株當收量에 대한 收量構成要素들과의 遺傳相關을 보면 株當分蘗數(0.6255~0.7685), 株當穗數(0.6405~0.8994) 및 穗重(0.5580~0.7383)이 높게 나타났으며 有效分蘗率(0.3831~0.8182)과 千粒重(0.4319~0.5224)도 比較的 높게 나타났고 出穗日數(-0.4776~-0.6507)와는 負의 遺傳相關關係를 보였다. Smith(1925)에 의하면 穗數와

收量간의 相關係數는 $0.826 \pm 0.071 \sim 0.434 \pm 0.183$ 으로서 높은 正의 相關이 認定되었는데 이러한 相關係는 生育期間 中の 降雨量과 密接한 相關係가 있다고 하였고 金(1982)도 麥酒麥에서 類似한 結果를 報告하였다. 穗重의 遺傳相關이 높게 나타난 것은 金等(1988)의 稈麥과 金(1982)의 麥酒麥에서와 비슷한 傾向이었다. 그러나 穗當粒數와는 相關도가 매우 낮아 Gandhi等(1974)의 小麥에서 높다고 한 報告와 金等(1988)의 稈麥에서 負의 相關이 있었다고 한 報告와는 다른 結果를 보였다.

主要 形質들간의 施肥量에 따른 遺傳相關의 變動을 보면, 出穗日數와 生育日數, 穗長과 穗當粒數와의 遺傳相關은 增施할수록 增加하는 傾向이었고, 株當分蘗數와 株當穗數의 遺傳相關은 減少하는 傾向을 보였다. 株當分蘗數, 株當穗數 및 有效分蘗率과 株當收量간의 遺傳相關의 變動도 增施할수록 減少하는 傾向이었으며, 有效分蘗率은 큰 幅으로 減少하였다.

表現型相關은 施肥量에 관계없이 遺傳相關이 큰 境遇에 大體적으로 크게 나타났으며, 形質間的 表現型相關은 遺傳相關보다 一般的으로 낮은 값을 보여 李等(1988)의 귀리, 吳(1997)의 쌀귀리, 金(1982)의 麥酒麥 그리고 金等(1988)의 稈麥에서 遺傳相關이 表現型相關보다 높았다는 報告와 類似하였다.

表 12에서 보는 바와 같이 有意성이 認定되는 높은 正의 表現型相關을 보인 것은 出穗日數와 稈直徑(0.4815~0.6451), 穗長과 穗當粒數(0.5161~0.6700), 稈直徑과 穗當粒數(0.5790~0.6263), 株當分蘗數와 株當穗數(0.7419~0.9015), 株當分蘗數와 株當收量(0.5414~0.6796), 株當穗數와 有效分蘗率(0.5326~0.7236), 株當穗數와 株當收量(0.6234~0.8024), 穗當粒數와 穗重(0.4602~0.6524), 穗重과 株當收量(0.4928~0.6048) 등이었고, 높은 負의 表現型相關을 보였던 것은 出穗日數와 株當穗數(-0.5283~-0.6194), 出穗日數와 有效分蘗率(-0.4969~-0.5491), 出穗日數와 千粒重(-0.5153~-0.6499), 穗當粒數와 千粒重(-0.5597~-0.6363)이었다. 그러나 施肥水準에 따른 相關의 變化는 거의 볼 수 없었다.

各 形質 相互間的 環境相關은 表 13에서 보는 바와 같이 施肥量의 變化에 따라 一定한 傾向이 대부분 보이지 않았으나, 有意성이 認定된 環境相關이 대부분 無肥와 減肥의 少肥條件에서 보이고 있었다. 그리고 遺傳相關이 높은 境遇에는 表現型相關도 높은 傾向을 보이고 있었지만, 環境相關은 遺傳相關 및 表現型相關과는 一定한 傾向이 없었고, 다만 株當分蘗數와 株當穗數간에서 增施할수록 遺傳相關, 表現型相關 및 環境相關이 相關도가 減少하는 傾向을 보였다.

收量과 收量構成要素들간의 相關關係에 대하여 朴(1975)은 大麥의 施肥量, 播種期, 播種量 差異에 따른 收量 및 收量構成要素의 變化에 關한 研究에서 收量과 穗數간에는 대체로 어느 境遇에서나 高度의 相關을 보여 본 研究結果와 類似하였으나 施肥量이 增加함에 따라 相關係數가 커지는 傾向을 보인다고 한 報告와는 달리 遺傳相關은 增施肥에 따라 相關정도가 減少하였고 表現型相關은 施肥量의 變化에 一定한 傾向이 없었다.

金等(1995)은 보리의 稈長 및 強稈性 遺傳에서 稈長과 收量關聯形質인 一穗粒數, 一穗粒重, 千粒重 및 收量과는 매우 높은 表現型 및 遺傳相關이 있었다고 하였고, 李(1974)는 小麥에서, 李等(1988)은 귀리에서 千粒重과 收量간에는 高度의 遺傳相關이 認定된다고 하여 본 研究와는 相異한 結果를 報告하였다.

Robinson 等(1951)은 옥수수의 遺傳相關의 研究에서 穗數의 遺傳力이 收量の 遺傳力보다 높은 값을 보이고, 穗數와 收量간에 높은 遺傳相關이 있으므로 一株穗數에 대한 選拔이 收量만을 대상으로 했을 때 보다 더욱 效果的이라 하였는데 本 研究에서도 株當分蘗數, 株當穗數 및 穗重이 株當收量에 대한 遺傳相關이 높게 나타나 類似한 結果를 보여, 收量에 대하여 選拔할 경우 이들이 指標形質로서의 可能性을 생각할 수 있으나 이들 세 形質 모두 株當收量の 遺傳率보다도 낮아서 選拔對象으로 하기에는 困難하다고 생각된다.

李(1974), 曁等(1980)의 小麥에 대한 報告에서 出穗 및 成熟日數와 稈長간에는 높은 正의 相關을 보였으나, 本 試驗結果에서는 稈長과 出穗日數간에는 負의 相關, 生育日數와는 遺傳相關이 낮게 나타나 다른 結果를 보인 것은 耐寒性이 문제가 되는 地域에서 耐寒性이 강한 品種은 出穗가 빨라지고 약한 品種은 遲延되는 傾向이라는 曁等(1981)의 小麥의 出穗期에 關한 研究結果로 비추어 볼 때 현재 우리나라 남부의 일부지방과 濟州道에서 栽培되고 있는 귀리재배환경은 귀리의 形質發現을 일부 抑制하는 不良環境임을 시사해 주고 있으며 그 불량환경은 바로 越冬期間 중의 凍害問題로서 耐寒性이 약한 귀리는 初期生育이 부진하여 出穗와 成熟이 늦어지며 後期分蘗增大로 단간화되기 때문이라고 생각된다.

曁(1974)는 小麥의 出穗期 遺傳에 關한 研究에서 出穗日數와 一穗粒數, 千粒重, 收量과 높은 正의 相關이 있어 早熟多收性 品種選拔이 어렵다는 結果를 報告하였으나 本 試驗에서는 出穗日數와 株當分蘗數, 株當穗數, 有效分蘗率, 千粒重, 株當收量과 높은 負의 遺傳相關關係를 보여 出穗가 빠른 品種을 選拔함으로써 早熟多收性 品種選拔이 可能할 것으로 생각되었다.

Table 11. Genotypic correlation estimated among the major agronomic characters in hulled oat on the different fertilizer levels

Character	Fertilizer level	Days to maturity	Culm length	Panicle length	Culm diameter	No. of tillers per plant	No. of panicles per plant	Rate of effective tillering	No. of kernels per panicle	Panicle weight	1000-kernel weight	Grain yield per plant
Days to heading	A	0.2533	-0.2215	0.5591	0.7206	-0.4824	-0.6126	-0.7293	0.2989	0.0067	-0.6410	-0.5706
	B	0.7271	-0.0815	0.3611	0.6204	-0.7412	-0.9011	-0.8266	0.3736	-0.1297	-0.5623	-0.6507
	C	0.7937	-0.1811	0.4228	0.7478	-0.6296	-0.7420	-0.6941	0.5173	-0.0957	-0.7268	-0.6236
	D	0.7999	0.0960	0.4875	0.6057	-0.3793	-0.5791	-0.5798	0.4875	0.1862	-0.5930	-0.4776
Days to maturity	A		0.4556	0.6337	0.2321	0.1031	-0.0847	-0.4153	0.2964	0.6105	0.0423	0.0131
	B		0.5190	0.5388	0.4195	-0.4607	-0.6528	-0.7543	0.3427	0.2612	-0.2408	-0.3113
	C		0.2085	0.5909	0.4296	-0.3312	-0.6996	-0.9252	0.3344	-0.0121	-0.3609	-0.3378
	D		0.4612	0.7215	0.5385	0.1066	-0.2446	-0.5504	0.5584	0.5633	-0.2470	-0.0104
Culm length	A			0.4453	-0.0451	0.2218	0.2437	0.1253	0.2221	0.2803	-0.1105	0.3375
	B			0.5339	-0.1005	0.1458	0.0970	-0.1417	0.2173	0.2107	-0.1971	0.2134
	C			0.5450	-0.1326	0.1549	0.1544	0.0523	0.3077	0.2869	-0.2649	0.2504
	D			0.5395	-0.0250	0.1345	0.0790	-0.0497	0.3503	0.4975	-0.2433	0.1192
Panicle length	A				0.6780	-0.2435	-0.2538	-0.2087	0.6299	0.4991	-0.4999	0.0531
	B				0.5790	-0.4011	-0.4160	-0.3000	0.6298	0.4738	-0.4006	0.1529
	C				0.3711	-0.4920	-0.3859	-0.1610	0.6745	0.4715	-0.4735	-0.0773
	D				0.5075	-0.1384	-0.1934	-0.1792	0.7641	0.8124	-0.4288	0.0826
Culm diameter	A					-0.1440	-0.1739	-0.1861	0.6776	0.4651	-0.5536	0.0947
	B					-0.3822	-0.4571	-0.4006	0.7673	0.4692	-0.3981	0.1121
	C					-0.4858	-0.3395	-0.1895	0.7067	0.3570	-0.5316	-0.1546
	D					-0.2042	-0.1222	-0.0148	0.7025	0.5803	-0.4115	0.0879
No. of tillers per plant	A						0.9679	0.5065	-0.0983	0.2759	0.4643	0.7685
	B						0.9672	0.5257	-0.2908	0.1995	0.5398	0.7269
	C						0.8904	0.4252	-0.4261	0.0365	0.4386	0.7115
	D						0.7973	0.1835	-0.2194	0.1093	0.4677	0.6255
No. of panicles per plant	A							0.7037	-0.0142	0.3607	0.4887	0.8994
	B							0.7366	-0.1649	0.1938	0.4391	0.7810
	C							0.7850	-0.1750	0.3116	0.3574	0.7528
	D							0.7321	-0.0235	0.1403	0.2842	0.6405
Rate of effective tillering	A								0.2788	0.4579	0.4542	0.8182
	B								0.0882	0.1612	0.1589	0.5945
	C								0.1210	0.4814	0.2266	0.5719
	D								0.1914	0.1201	0.0008	0.3831
No. of kernels per panicle	A									0.7190	-0.6114	0.2060
	B									0.4647	-0.6670	0.1052
	C									0.6043	-0.6734	-0.0018
	D									0.7463	-0.6500	0.0553
Panicle weight	A										0.1308	0.7383
	B										0.3161	0.6726
	C										0.0879	0.7144
	D										-0.0675	0.5380
1000-kernel weight	A											0.4679
	B											0.4319
	C											0.5224
	D											0.4717

Ⓜ A:N-P₂O₅-K₂O-0-0-0 B:5-4.5-3.5 C:10-9-7 D:15-13.5-10.5

Table 12. Phenotypic correlation estimated among the major agronomic characters in hulled oat on the different fertilizer levels

Character	Fertilizer level	Days to maturity	Culm length	Panicle length	Culm diameter	No. of tillers per plant	No. of panicles per plant	Rate of effective tillering	No. of kernels per panicle	Panicle weight	1000-kernel weight	Grain yield per plant
Days to heading	A	0.2622	-0.2367	0.4046	0.5265*	-0.4170	-0.5440*	-0.5330*	0.2615	-0.0985	-0.5771*	-0.4496
	B	0.6583**	-0.1022	0.2812	0.4815*	-0.4995*	-0.5981*	-0.4969*	0.3535	-0.0941	-0.5153*	-0.5894**
	C	0.5492*	-0.1617	0.3319	0.6451**	-0.3959	-0.6194**	-0.5347*	0.4425	-0.1407	-0.6499**	-0.5317*
	D	0.5018*	0.0436	0.3994	0.5007*	-0.2975	-0.5283*	-0.5491*	0.4491	0.0798	-0.5288*	-0.4446
Days to maturity	A		0.3656	0.4711*	0.2227	0.0195	-0.0742	-0.2050	0.2715	0.4713*	0.0110	0.0350
	B		0.3909	0.5028*	0.3265	-0.1937	-0.3296	-0.4540	0.2995	0.2312	-0.2405	-0.2327
	C		0.1131	0.3379	0.2971	-0.3478	-0.5629*	-0.4916*	0.3044	0.0483	-0.2854	-0.2795
	D		0.4169	0.5725*	0.2698	0.0761	-0.1168	-0.2941	0.4047	0.4504	-0.1135	-0.0094
Culm length	A			0.4498	0.1199	0.2594	0.2683	0.0847	0.1921	0.3690	-0.0715	0.3424
	B			0.5748*	0.1196	0.4248	0.4187	0.0974	0.1912	0.3337	-0.1610	0.2938
	C			0.5323*	-0.0434	0.1872	0.1726	0.0054	0.2643	0.2592	-0.2176	0.2465
	D			0.4716*	-0.0413	0.1533	0.1055	-0.0252	0.3064	0.4325	-0.1853	0.1531
Panicle length	A				0.6345**	-0.0243	-0.0559	-0.1289	0.5683*	0.5025*	-0.4294	0.1382
	B				0.5577*	-0.0127	-0.0232	-0.1288	0.5161*	0.4721*	-0.3248	0.1973
	C				0.3496	-0.1815	-0.2876	-0.2280	0.6116**	0.4356	-0.4169	-0.0241
	D				0.4499	-0.1147	-0.1553	-0.1199	0.6700**	0.6608**	-0.3746	0.0595
Culm diameter	A				0.0284	-0.0010	-0.0997	0.5790**	0.4685*	-0.4970*	0.1546	
	B				-0.0395	-0.0835	-0.1691	0.6427**	0.4256	-0.3157	0.0938	
	C				-0.0799	-0.2091	-0.2585	0.5837**	0.2864	-0.4489	-0.0637	
	D				-0.1558	-0.1409	-0.0790	0.6263**	0.4173	-0.3801	0.0834	
No. of tillers per plant	A					0.9015**	0.1417	0.0286	0.3004	0.3392	0.6797**	
	B					0.8902**	0.2365	0.1792	0.3232	0.2927	0.5773**	
	C					0.7530**	-0.0668	-0.3227	-0.0328	0.2900	0.5414*	
	D					0.7419**	0.0919	-0.2057	0.0894	0.3846	0.5849**	
No. of panicles per plant	A						0.5326*	0.0188	0.3194	0.3470	0.8024**	
	B						0.6291**	-0.0983	0.2837	0.1937	0.6393**	
	C						0.5381*	-0.1723	0.2091	0.2751	0.7214**	
	D						0.7236**	-0.0411	0.1382	0.2534	0.6234**	
Rate of effective tillering	A							0.1577	0.2155	0.1718	0.5261*	
	B							0.0557	0.1168	0.0187	0.4305	
	C							0.1189	0.3600	0.1350	0.4498	
	D							0.1475	0.1268	0.0306	0.3654	
No. of kernels per panicle	A								0.5782**	-0.5597*	0.2128	
	B								0.4602*	-0.5914**	0.1217	
	C								0.5643*	-0.6363**	0.0240	
	D								0.6524**	-0.5914**	0.0606	
Panicle weight	A									0.0992	0.5589*	
	B									0.2233	0.5896**	
	C									0.1112	0.6048**	
	D									-0.0098	0.4928*	
1000-kernel weight	A										0.3601	
	B										0.3921	
	C										0.4446	
	D										0.4432	

♣ A:N-P₂O₅-K₂O-0-0-0 B:5-4.5-3.5 C:10-9-7 D:15-13.5-10.5

*, ** : Significant at 5%, 1% level of probability

Table 13. Environmental correlation estimated among the major agronomic characters in hulled oat on the different fertilizer levels

Character	Fertilizer level	Days to maturity	Culm length	Panicle length	Culm diameter	No. of tillers per plant	No. of panicles per plant	Rate of effective tillering	No. of kernels per panicle	Panicle weight	1000-kernel weight	Grain yield per plant
Days to heading	A	0.2795	-0.2737	-0.1514	-0.1289	-0.3299	-0.4830*	-0.3427	0.0134	-0.3686	-0.1933	-0.0231
	B	0.1993	-0.2047	0.0410	-0.0794	0.0786	0.0826	0.0352	0.1763	0.2134	-0.0958	0.0393
	C	0.0200	-0.0066	0.0189	0.3247	-0.2204	-0.02584	0.0696	-0.0655	-0.2486	-0.1171	-0.0169
	D	-0.0963	-0.0203	0.2446	0.0632	0.2802	-0.1202	-0.3997	0.1252	-0.1241	-0.1350	-0.1694
Days to maturity	A		0.2099	0.1638	0.2101	-0.0276	0.0071	0.0078	0.2445	0.2682	-0.0752	0.1389
	B		0.0864	0.4329	0.0704	0.3135	0.2051	-0.1212	0.0330	0.1378	-0.3092	0.1512
	C		-0.2171	-0.4772*	0.1944	-0.1369	-0.0036	0.1918	0.3141	0.0409	-0.2067	-0.0068
	D		0.0167	-0.0222	-0.2948	-0.2052	-0.0297	0.1341	-0.1925	-0.0473	0.2022	-0.1967
Culm length	A			0.4988*	0.6476**	0.4314	0.4024	0.0496	0.0868	0.5942*	0.0935	0.3726
	B			0.3402	0.2580	0.3813	0.5017*	0.1256	0.0279	0.1929	0.0356	0.2921
	C			0.4439	0.2550	0.3796	0.2280	-0.1360	-0.1041	0.1107	0.0107	0.1682
	D			0.0940	-0.0189	0.2038	0.0741	-0.1017	-0.0021	-0.0166	0.0306	0.4279
Panicle length	A				0.4937*	0.4423	0.3648	-0.0584	0.3094	0.5566*	-0.0494	0.3823
	B				0.3535	0.2189	0.1259	-0.0659	0.0511	0.1860	-0.0058	0.0781
	C				0.1077	0.2639	0.0834	-0.4208	0.1024	0.3279	-0.1583	0.0102
	D				0.4369	-0.0926	-0.2503	-0.1389	0.3327	0.1882	-0.2853	-0.1381
Culm diameter	A					0.4091	0.3786	-0.0104	0.1746	0.5092*	-0.24261	0.3261
	B					0.1498	0.1696	0.0518	0.0942	0.0230	0.2403	0.1755
	C					0.3177	0.0435	0.2309	0.2164	0.1844	0.0561	0.0512
	D					0.0881	-0.1371	-0.2137	0.3023	0.0192	-0.2394	0.1198
No. of tillers per plant	A						0.7247**	-0.2856	0.2449	0.4919*	0.1878	0.4479
	B						0.6762**	-0.1240	-0.1187	0.1887	-0.1487	0.0923
	C						0.4063	-0.5864**	-0.5674*	0.1201	0.2683	-0.1145
	D						0.3543	-0.3969	-0.0607	-0.0675	-0.1341	0.0723
No. of panicles per plant	A						0.4191	0.1426	0.1426	0.3668	0.0689	0.5401*
	B						0.6070**	-0.1354	0.0705	-0.3277	0.2979	
	C						0.4454	-0.3479	-0.2007	-0.1690	0.3885	
	D						0.6355**	-0.2063	-0.0080	-0.0169	0.4886	
Rate of effective tillering	A								-0.1615	-0.0658	-0.0815	0.1257
	B								-0.0193	-0.0222	0.7309**	0.2449
	C								0.2579	-0.3094	-0.3915	0.4551
	D								-0.1371	0.0492	0.0966	0.2788
No. of kernels per panicle	A									0.2860	-0.0946	0.2913
	B									0.5001*	0.0143	0.1688
	C									0.2819	-0.3364	0.1943
	D									0.3805	-0.1341	0.1762
Panicle weight	A										0.0031	0.2608
	B										0.0029	0.0782
	C										0.1657	0.1057
	D										0.1314	0.1834
1000-kernel weight	A											-0.0729
	B											0.2551
	C											-0.0473
	D											0.2215

♪ A:N-P₂O₅-K₂O-0-0-0 B:5-4.5-3.5 C:10-9-7 D:15-13.5-10.5
 *, ** : Significant at 5%, 1% level of probability

(3) 經路係數

각 收量關聯形質들의 收量에 대한 直接效果和 間接效果를 알기 위하여 Wright(1921), Dewey와 Lu(1959) 등이 제시한 바와 같이 形質 相互間의 遺傳相關係數를 直接效果和 間接效果로 經路係數分析法에 의하여 分割한 결과는 그림 1, 2, 3, 4 및 表 14와 같다.

無肥區에서는 株當收量에 대하여 株當穗數($P_{7y}=4.9715$), 穗重($P_{10y}=0.8929$), 稈直徑($P_{5y}=0.4709$), 穗長($P_{4y}=0.3373$)의 直接效果가 높게 나타났고, 이들 중 遺傳相關係數가 높았던 株當穗數($r_{7y}=0.8994$)는 出穗期($r_{17}P_{1y}=0.5910$)와 穗重($r_{710}P_{10y}=0.3221$)에 의한 間接效果가 높게 나타났으나 直接效果보다는 작게 나타나 株當穗數의 直接效果가 遺傳相關에 크게 影響을 주었다고 생각되며, 穗重($r_{10y}=0.7383$)은 株當穗數($r_{710}P_{7y}=1.7932$)를 통한 間接效果가 높게 나타났다.

減肥區에서는 株當分蘗數($P_{6y}=4.1206$), 稈直徑($P_{5y}=3.2576$), 有效分蘗率($P_{8y}=3.2450$), 稈長($P_{3y}=2.0700$), 穗重($P_{10y}=1.8823$)이 株當收量에 대하여 直接的으로 큰 影響을 주었다. 이들 중 遺傳相關係數가 높았던 株當分蘗數($r_{6y}=0.7269$), 有效分蘗率($r_{8y}=0.5945$), 穗重($r_{10y}=0.6726$)의 直接效果를 보면 株當分蘗數는 有效分蘗率($r_{68}P_{8y}=1.7059$)과 穗當粒數($r_{69}P_{9y}=1.1207$)에 의한 間接的 影響이 컸고, 有效分蘗率은 株當分蘗數를 통한 間接效果가 $r_{68}P_{6y}=2.1662$ 로 높게 나타났으며, 穗重은 稈直徑($r_{510}P_{5y}=1.5285$), 株當分蘗數($r_{610}P_{6y}=0.8221$)에 의한 間接效果가 컸음을 알 수 있었다.

標準肥區에서는 株當穗數($P_{7y}=32.7901$), 穗當粒數($P_{9y}=8.1980$), 穗長($P_{4y}=3.1267$), 千粒重($P_{11y}=0.7075$) 등의 直接效果가 컸다. 間接效果를 보면 株當穗數($r_{7y}=0.7528$)는 出穗日數($r_{17}P_{1y}=5.3106$), 生育日數($r_{27}P_{2y}=1.3623$) 및 稈直徑($r_{57}P_{5y}=1.2159$) 등을 통한 影響이 컸고, 千粒重($r_{11y}=0.5224$)은 株當穗數($r_{711}P_{7y}=11.7192$), 出穗日數($r_{111}P_{1y}=5.2018$), 稈直徑($r_{511}P_{5y}=1.9038$), 稈長($r_{311}P_{3y}=1.4403$) 등을 통한 間接的인 影響이 컸다.

增肥區에서는 穗重($P_{16y}=2.0178$), 株當分蘗數($P_{6y}=1.2334$), 出穗期($P_{1y}=0.9649$) 등의 直接效果가 크게 나타났고 이들 중 遺傳相關이 높았던 穗重($r_{10y}=0.5580$)과 株當分蘗數($r_{6y}=0.6255$)의 間接效果를 보면 穗重은 出穗期($r_{110}P_{1y}=0.1797$), 株當穗數($r_{610}P_{6y}=0.1348$) 등을 통한 間接效果보다 穗重의 直接效果가 遺傳相關에 크게 影響을 주었으며, 株當分蘗數도 穗重을 통한 間接效果($r_{610}P_{10y}=0.2205$)가 비교적 높게 나타나고 있는으나 株當分蘗數의 直接效果보다 훨씬 낮아 直接效果가 遺傳相關에 크게 影響하고 있음을 알 수 있었다.

施肥量에 따른 經路係數는 일정한 傾向을 보이지 않았으며 比較的 遺傳相關과 直接效果가 동시에 높았던 形質은 株當分蘗數, 株當穗數, 有效分蘗率, 穗重, 千粒重 등이었는데 이들 역시도 施肥量의 變化에 따라 直接效果의 變動이 正과 負로 나타나고 있었다.

Hsu 等(1971)은 小麥 5品種의 diallele cross를 使用하여 調査分析한 바 收量에 대한 直接效果는 1株穗數가 가장 크다고 보고하였고, 金 等(1983)의 맥주맥과 崑 等(1980)의 小麥에서도 유사한 結果를 報告하여 本 研究와 비슷한 傾向이었으나 金(1985)은 大麥에서 穗數가 가장 큰 負의 直接效果를 보였다고 報告하여 다른 傾向이었다. 金 等(1979)은 小麥에서 穗數, 1ℓ重 및 一穗粒數의 直接效果가 크다고 하였으며 Fonseca 等(1968)은 穗數와 一穗粒數가 크다고 하였고 金 等(1977)은 小麥에서 收量에 미치는 收量構成要素의 直接效果는 水原에서 m²當 穗數, 1ℓ重, 一穗粒數가 컸으며, 務安의 境遇에는 千粒重, m²當 穗數, 一穗粒數는 크고 1ℓ重은 負의 關係를 나타낸 것으로 보아 收量九成形質들의 直接效果는 地域에 따라 差異가 있음을 示唆하였다.

株當收量은 收量에 關與하는 전체 形質이 直接 또는 間接적으로 기여한 結果인데 本 試驗의 經路係數 分析 結果 施肥量에 따른 각 形質을 全體적으로 보면 直接 및 間接效果는 그 變動幅이 크고 일정한 傾向을 보이지 않았으며 甝(1997)도 쌀귀리에서 비슷한 傾向을 報告하였다.

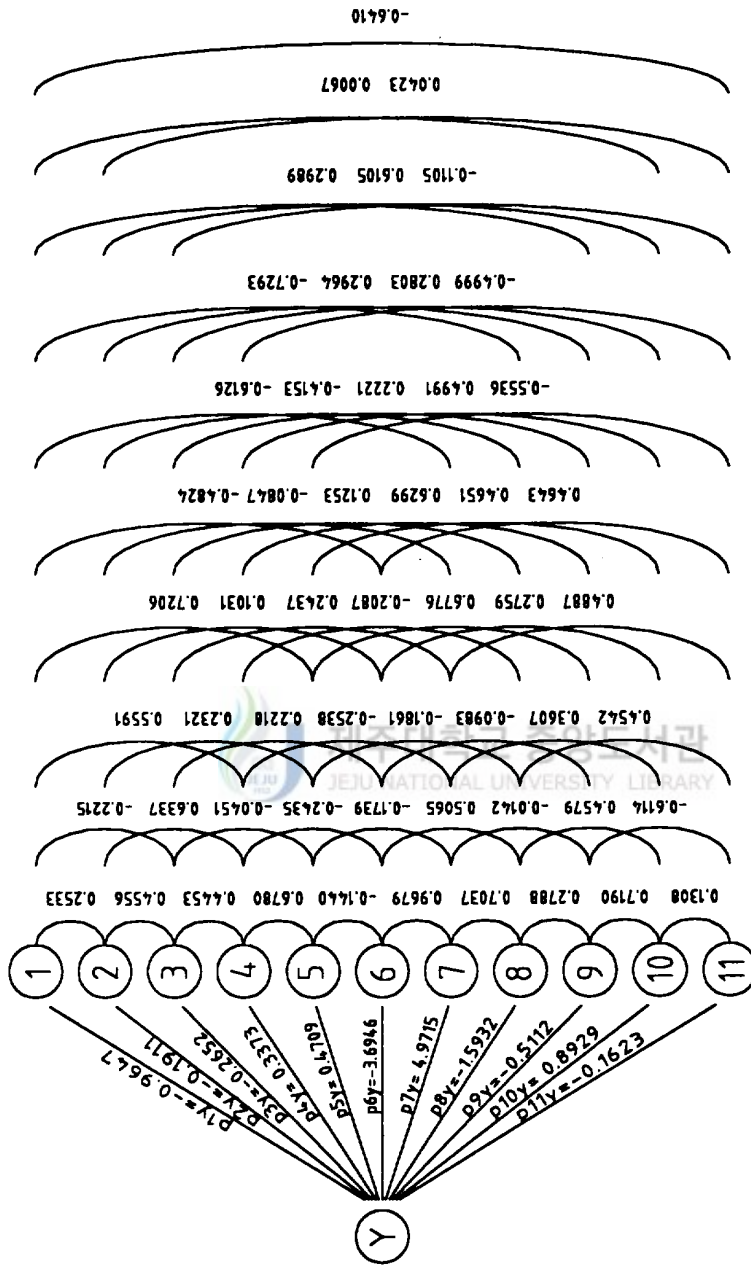


Fig. 1. Path diagram and coefficients of characters influencing the grain yield in non-fertilizer(A)

Note ; ① Days to heading ② Days to maturity ③ Culm length ④ Panicle length
 ⑤ Culm diameter ⑥ No. of tillers per plant ⑦ No. of panicles per plant
 ⑧ Rate of effective tillering ⑨ No. of kernels per panicle
 ⑩ Panicle weight ⑪ 1000-kernel weight ⑫ Grain yield per plant

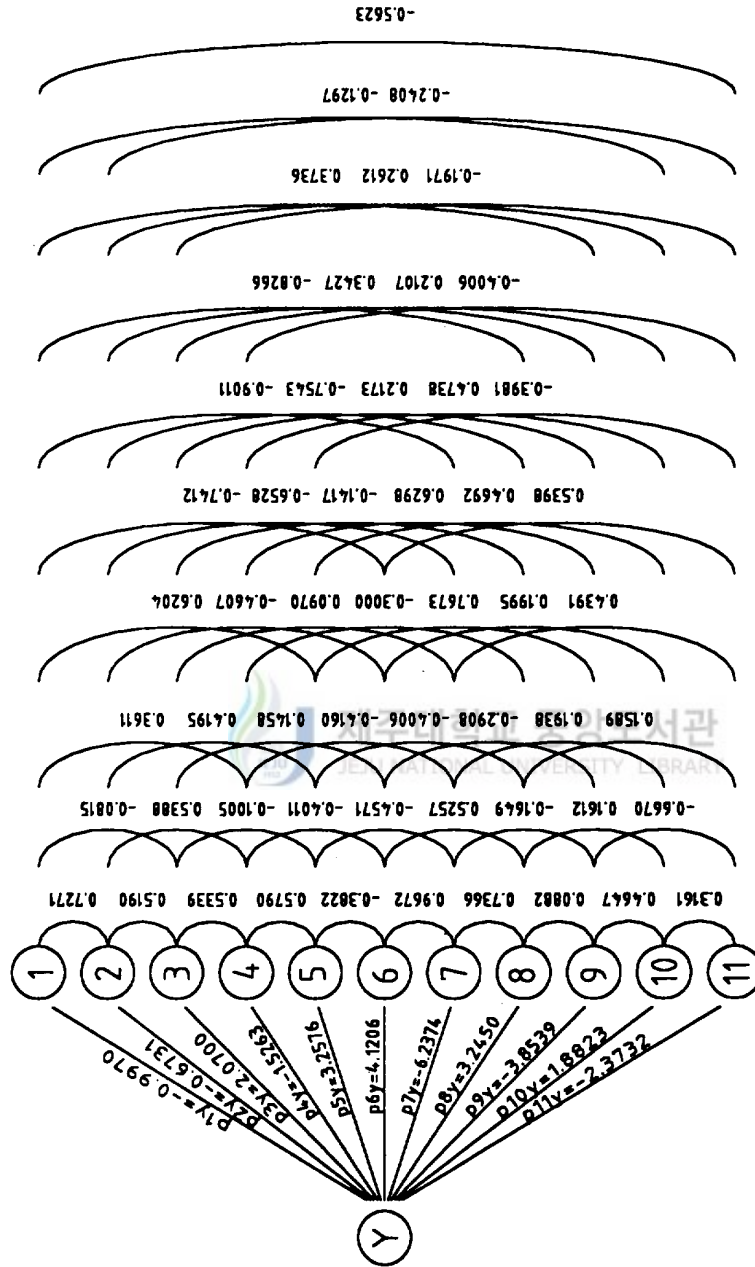


Fig. 2. Path diagram and coefficients of characters influencing the grain yield in Decreased fertilizer(B)

Note ; ① Days to heading ② Days to maturity ③ Culm length ④ Panicle length
 ⑤ Culm diameter ⑥ No. of tillers per plant ⑦ No. of panicles per plant
 ⑧ Rate of effective tillering ⑨ No. of kernels per panicle
 ⑩ Panicle weight ⑪ 1000-kernel weight ⑫ Grain yield per plant

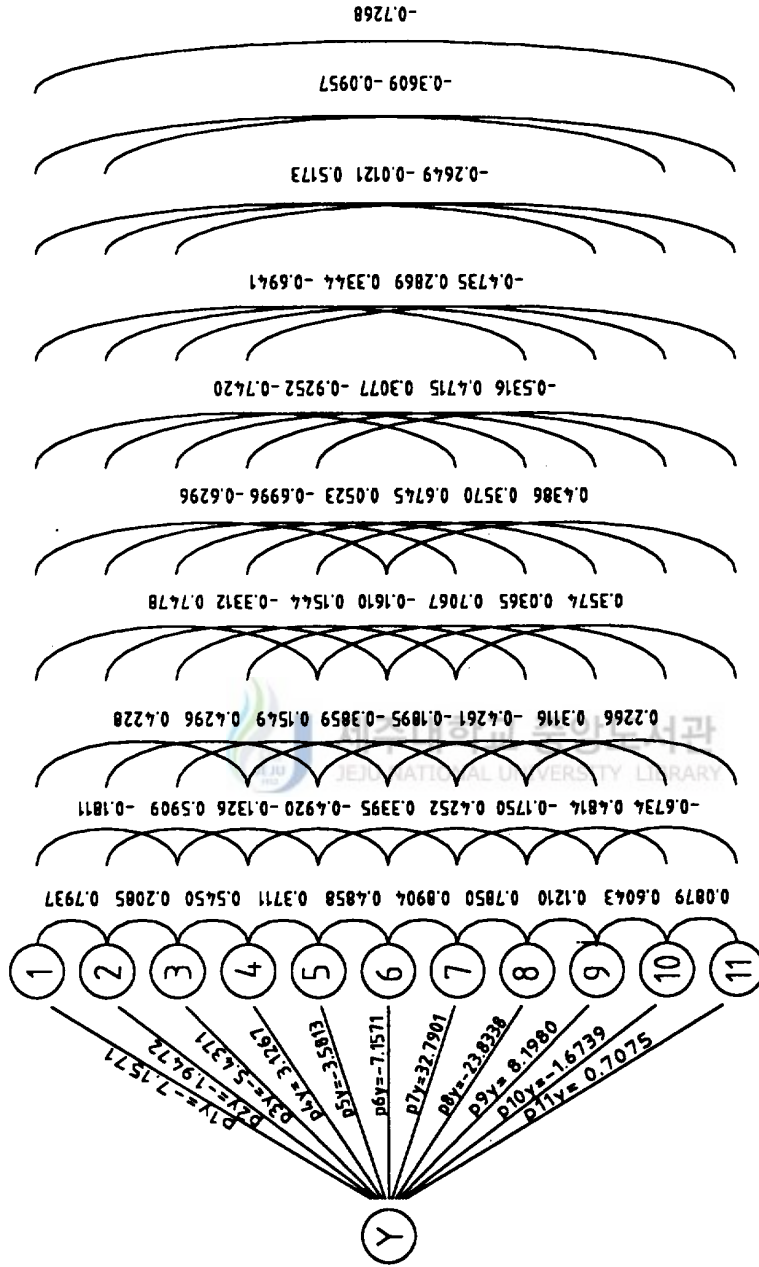


Fig. 3. Path diagram and coefficients of characters influencing the grain yield in Standard fertilizer(C)

Note : ① Days to heading ② Days to maturity ③ Culm length ④ Panicle length
 ⑤ Culm diameter ⑥ No. of tillers per plant ⑦ No. of panicles per plant
 ⑧ Rate of effective tillering ⑨ No. of kernels per panicle
 ⑩ Panicle weight ⑪ 1000-kernel weight ⑫ Grain yield per plant

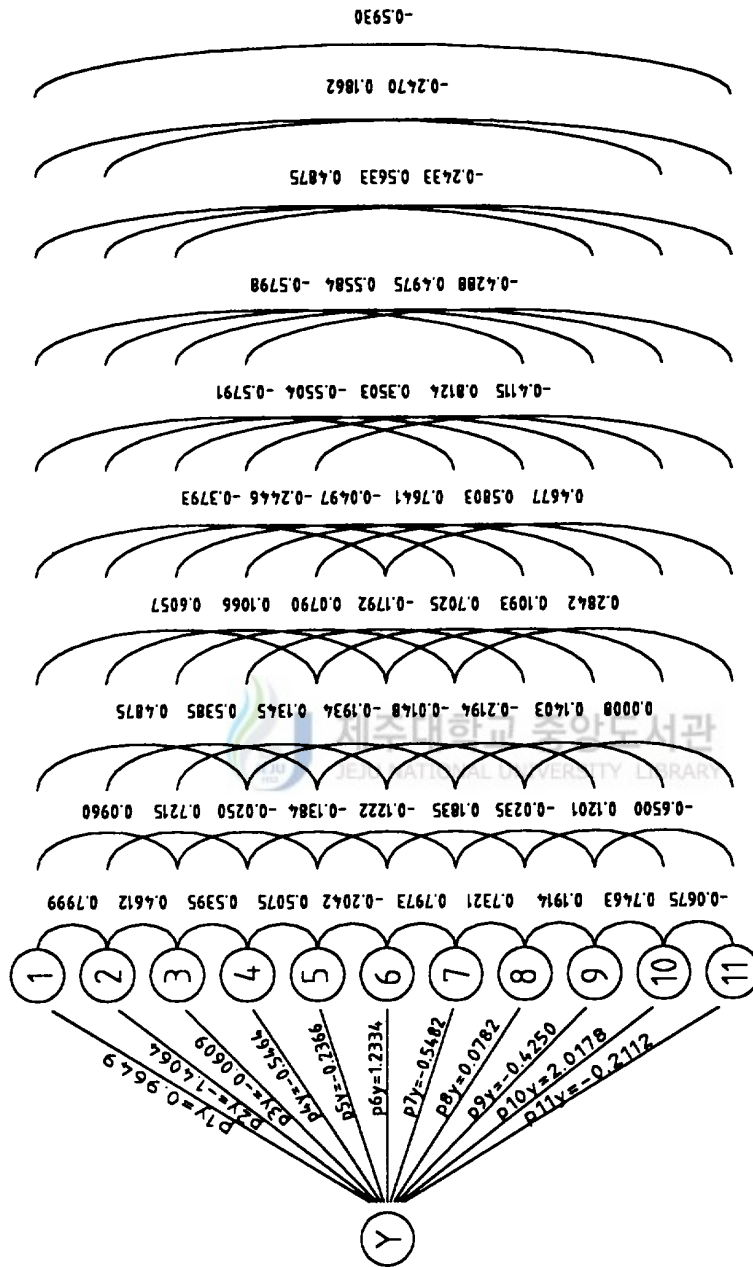


Fig. 4. Path diagram and coefficients of characters influencing the grain yield in increased fertilizer(D)

Note ; ① Days to heading ② Days to maturity ③ Culm length ④ Panicle length
 ⑤ Culm diameter ⑥ No. of tillers per plant ⑦ No. of panicles per plant
 ⑧ Rate of effective tillering ⑨ No. of kernels per panicle
 ⑩ Panicle weight ⑪ 1000-kernel weight ⑫ Grain yield per plant

Table 14-1. Path coefficient analysis for variables upon grain yield per plant in the hulled oat on the different fertilizer levels

Type of effect		Fertilizer level			
		A	B	C	D
Days to heading vs. grain yield	r_{1y}	-0.5706	-0.6507	-0.6236	-0.4776
Direct	P_{1y}	-0.9647	-0.9970	-7.1571	0.9649
Indirect via days to maturity	$r_{12}P_{2y}$	-0.0484	-0.4893	-1.5455	-1.1250
Indirect via culm length	$r_{13}P_{3y}$	0.0587	-0.1687	0.9847	-0.0058
Indirect via panicle length	$r_{14}P_{4y}$	0.1886	-0.5511	0.3220	-0.2664
Indirect via culm diameter	$r_{15}P_{5y}$	0.3393	2.0210	-2.6781	-0.1433
Indirect via no. of tillers per plant	$r_{16}P_{6y}$	1.7823	-3.0542	-12.3509	-0.4678
Indirect via no. of panicles per plant	$r_{17}P_{7y}$	-3.0455	5.6205	-24.3303	0.3175
Indirect via rate of effective tillering per plant	$r_{18}P_{8y}$	1.1619	-2.6823	16.5430	-0.0453
Indirect via no. of kernels per panicle	$r_{19}P_{9y}$	0.1528	-1.4398	4.2408	-0.2072
Indirect via panicle weight	$r_{110}P_{10y}$	0.0060	-0.2441	0.0954	0.3757
Indirect via 1000-kernel weight	$r_{111}P_{11y}$	0.1040	1.3345	-0.5124	0.1252
Days to maturity vs. grain yield	r_{2y}	0.0131	-0.3113	-0.3378	-0.0104
Direct	P_{2y}	-0.1911	-0.6731	-1.9472	-1.4064
Indirect via days to heading	$r_{12}P_{1y}$	-0.2444	-0.7249	-5.6806	0.7718
Indirect via culm length	$r_{23}P_{3y}$	-0.1208	1.0743	-1.1336	-0.0281
Indirect via panicle length	$r_{24}P_{4y}$	0.2137	-0.8224	1.8476	-0.3942
Indirect via culm diameter	$r_{25}P_{5y}$	0.1093	1.3666	-1.5385	-0.1274
Indirect via no. of tillers per plant	$r_{26}P_{6y}$	-0.3809	-1.8984	6.4972	0.1315
Indirect via no. of panicles per plant	$r_{27}P_{7y}$	-0.4211	4.0718	-22.9400	0.1352
Indirect via rate of effective tillering per plant	$r_{28}P_{8y}$	0.6617	-2.4477	22.0510	-0.0430
Indirect via no. of kernels per panicle	$r_{29}P_{9y}$	-0.1515	-1.3207	2.7414	-0.2373
Indirect via panicle weight	$r_{210}P_{10y}$	0.5451	0.4917	0.0203	1.1366
Indirect via 1000-kernel weight	$r_{211}P_{11y}$	-0.0069	0.5715	-0.2553	0.0522

Table 14-2. Path coefficient analysis for variables upon grain yield per plant in the hulled oat on the different fertilizer levels

Type of effect		Fertilizer level			
		A	B	C	D
Culm length vs. grain yield	r_{3y}	0.3375	0.2134	0.2504	0.1192
Direct	P_{3y}	-0.2652	2.0700	-5.4371	-0.0609
Indirect via days to heading	$r_{13}P_{1y}$	0.2137	0.0813	1.2962	0.0926
Indirect via days to maturity	$r_{23}P_{2y}$	-0.0871	-0.3493	-0.4060	-0.6486
Indirect via panicle length	$r_{34}P_{4y}$	0.1502	-0.8149	1.7041	-0.2948
Indirect via culm diameter	$r_{35}P_{5y}$	-0.0212	-0.3274	0.4749	0.0059
Indirect via no. of tillers per plant	$r_{36}P_{6y}$	-0.8195	0.6008	-3.0387	0.1659
Indirect via no. of panicles per plant	$r_{37}P_{7y}$	1.2116	-0.6050	5.0628	-0.0433
Indirect via rate of effective tillering per plant	$r_{38}P_{8y}$	-0.1996	-0.4598	-1.2465	-0.0039
Indirect via no. of kernels per panicle	$r_{39}P_{9y}$	-0.1135	-0.8375	2.5225	-0.1489
Indirect via panicle weight	$r_{310}P_{10y}$	0.2503	0.3966	-0.4802	1.0039
Indirect via 1000-kernel weight	$r_{311}P_{11y}$	0.0179	0.4678	-0.1874	0.0514
Panicle length vs. grain yield	r_{4y}	0.0531	0.1529	-0.0773	0.0826
Direct	P_{4y}	0.3373	-1.5263	3.1267	-0.5464
Indirect via days to heading	$r_{14}P_{1y}$	-0.5394	-0.3600	-3.0260	0.4704
Indirect via days to maturity	$r_{24}P_{2y}$	-0.1211	-0.3626	-1.1506	-1.0147
Indirect via culm length	$r_{34}P_{3y}$	-0.1181	1.1052	-2.9632	-0.0329
Indirect via culm diameter	$r_{45}P_{5y}$	0.3193	1.8862	-1.3290	-0.1201
Indirect via no. of tillers per plant	$r_{46}P_{6y}$	0.8996	-1.6528	9.6516	-0.1707
Indirect via no. of panicles per plant	$r_{47}P_{7y}$	-1.2618	2.5948	-12.6537	0.1060
Indirect via rate of effective tillering per plant	$r_{48}P_{8y}$	0.3326	-0.9735	3.8372	-0.0140
Indirect via no. of kernels per panicle	$r_{49}P_{9y}$	-0.3220	-2.4272	5.5296	-0.3247
Indirect via panicle weight	$r_{410}P_{10y}$	0.4456	0.8919	-0.7892	1.6393
Indirect via 1000-kernel weight	$r_{411}P_{11y}$	0.0811	0.9507	-0.3350	0.0906

Table 14-3. Path coefficient analysis for variables upon grain yield per plant in the hulled oat on the different fertilizer levels

Type of effect		Fertilizer level			
		A	B	C	D
Culm diameter vs. grain yield	r_{5y}	0.0947	0.1121	-0.1546	0.0879
Direct	P_{5y}	0.4709	3.2576	-3.5813	-0.2366
Indirect via days to heading	$r_{15}P_{1y}$	-0.6952	-0.6185	-5.3521	0.5844
Indirect via days to maturity	$r_{25}P_{2y}$	-0.0444	-0.2823	-0.8365	-0.7573
Indirect via culm length	$r_{35}P_{3y}$	0.0120	-0.2080	0.7210	0.0015
Indirect via panicle length	$r_{45}P_{4y}$	0.2287	-0.8837	1.1603	-0.2773
Indirect via no. of tillers per plant	$r_{56}P_{6y}$	0.5320	-1.5749	9.5299	-0.2519
Indirect via no. of panicles per plant	$r_{57}P_{7y}$	-0.8645	2.8511	-11.1322	0.0670
Indirect via rate of effective tillering per plant	$r_{58}P_{8y}$	0.2965	-1.2999	4.5165	-0.0012
Indirect via no. of kernels per panicle	$r_{59}P_{9y}$	-0.3464	-2.9571	5.7935	-0.2986
Indirect via panicle weight	$r_{510}P_{10y}$	0.4153	0.8832	-0.5976	1.1709
Indirect via 1000-kernel weight	$r_{511}P_{11y}$	0.0898	0.9448	-0.3761	0.0869
No. of tillers per plant vs. grain yield	r_{6y}	0.7685	0.7269	0.7115	0.6255
Direct	P_{6y}	-3.6946	4.1206	-7.1571	1.2334
Indirect via days to heading	$r_{16}P_{1y}$	0.4654	0.7390	4.5061	-0.3660
Indirect via days to maturity	$r_{26}P_{2y}$	-0.0197	0.3101	0.6449	-0.1499
Indirect via culm length	$r_{36}P_{3y}$	-0.0588	0.3018	-0.8422	-0.0082
Indirect via panicle length	$r_{46}P_{4y}$	-0.0821	0.6122	-1.5383	0.0756
Indirect via culm diameter	$r_{56}P_{5y}$	-0.0678	-1.2451	1.7398	0.0483
Indirect via no. of panicles per plant	$r_{67}P_{7y}$	4.8119	-6.0328	16.7364	-0.4371
Indirect via rate of effective tillering per plant	$r_{68}P_{8y}$	-0.8070	1.7059	-10.1341	0.0143
Indirect via no. of kernels per panicle	$r_{69}P_{9y}$	0.0503	1.1207	-3.4932	0.0932
Indirect via panicle weight	$r_{610}P_{10y}$	0.2464	0.3755	-0.0611	0.2205
Indirect via 1000-kernel weight	$r_{611}P_{11y}$	-0.0754	-1.2811	0.3103	-0.0988

Table 14-4. Path coefficient analysis for variables upon grain yield per plant in the hulled oat on the different fertilizer levels

Type of effect		Fertilizer level				
		A	B	C	D	
No. of panicles per plant vs. grain yield	r_{7y}	0.8994	0.7810	0.7528	0.6405	
	Direct	P_{7y}	4.9715	-6.2374	32.7901	-0.5482
	Indirect via days to heading	$r_{17}P_{1y}$	0.5910	0.8984	5.3106	-0.5588
	Indirect via days to maturity	$r_{27}P_{2y}$	0.0162	0.4393	1.3623	0.3440
	Indirect via culm length	$r_{37}P_{3y}$	-0.0646	0.2008	-0.8395	-0.0048
	Indirect via panicle length	$r_{47}P_{4y}$	-0.0856	0.6349	-1.2066	0.1057
	Indirect via culm diameter	$r_{57}P_{5y}$	-0.0819	-1.4890	1.2159	0.0289
	Indirect via no. of tillers per plant	$r_{67}P_{6y}$	-3.5760	3.9854	-17.4670	0.9834
	Indirect via rate of effective tillering per plant	$r_{78}P_{8y}$	-1.1211	2.3903	-18.7095	0.0573
	Indirect via no. of kernels per panicle	$r_{79}P_{9y}$	0.0073	0.6355	-1.4347	0.0100
	Indirect via panicle weight	$r_{710}P_{10y}$	0.3221	0.3648	-0.5216	0.2831
	Indirect via 1000-kernel weight	$r_{711}P_{11y}$	-0.0793	-1.0421	0.2529	-0.0600
	Rate of effective tillering vs. grain yield	r_{8y}	0.8182	0.5945	0.5719	0.3831
Direct		P_{8y}	-1.5932	3.2450	-23.8338	0.0782
Indirect via days to heading		$r_{18}P_{1y}$	0.7036	0.8241	4.9677	-0.5594
Indirect via days to maturity		$r_{28}P_{2y}$	0.0794	0.5076	1.0717	0.7741
Indirect via culm length		$r_{38}P_{3y}$	-0.0332	-0.2933	-0.2844	0.0030
Indirect via panicle length		$r_{48}P_{4y}$	-0.0704	0.4579	-0.5034	0.0979
Indirect via culm diameter		$r_{58}P_{5y}$	-0.0876	-1.3050	0.6787	0.0035
Indirect via no. of tillers per plant		$r_{68}P_{6y}$	-1.8713	2.1662	-8.3411	0.2263
Indirect via no. of panicles per plant		$r_{78}P_{7y}$	3.4984	-4.5945	25.7402	-0.4013
Indirect via no. of kernels per panicle		$r_{89}P_{9y}$	-0.1425	-0.3399	0.9920	-0.0813
Indirect via panicle weight		$r_{810}P_{10y}$	0.4089	0.3034	-0.8058	0.2423
Indirect via 1000-kernel weight		$r_{811}P_{11y}$	-0.0737	-0.3771	0.1603	-0.0002

Table 14-5. Path coefficient analysis for variables upon grain yield per plant in the hulled oat on the different fertilizer levels

Type of effect		Fertilizer level			
		A	B	C	D
No. of kernels per panicle vs. grain yield	r_{9y}	0.2060	0.1052	-0.0018	0.0553
Direct	P_{9y}	-0.5112	-3.8539	8.1980	-0.4250
Indirect via days to heading	$r_{19}P_{1y}$	-0.2883	-0.3725	-3.7024	0.4704
Indirect via days to maturity	$r_{29}P_{2y}$	-0.0566	-0.2306	-0.6511	-0.7853
Indirect via culm length	$r_{39}P_{3y}$	-0.0589	0.4498	-1.6730	-0.0213
Indirect via panicle length	$r_{49}P_{4y}$	0.2125	-0.9613	2.1090	-0.4175
Indirect via culm diameter	$r_{59}P_{5y}$	0.3191	2.4996	-2.5309	-0.1662
Indirect via no. of tillers per plant	$r_{69}P_{6y}$	0.3632	-1.1983	8.3588	-0.2760
Indirect via no. of panicles per plant	$r_{79}P_{7y}$	-0.0706	1.0285	-5.7383	-0.0129
Indirect via rate of effective tillering per plant	$r_{89}P_{8y}$	-0.4442	0.2863	-2.8839	0.0150
Indirect via panicle weight	$r_{910}P_{10y}$	0.6420	0.8747	-1.0115	1.5059
Indirect via 1000-kernel weight	$r_{911}P_{11y}$	0.0992	1.5829	-0.4764	0.1373
Panicle weight vs. grain yield	r_{10y}	0.7383	0.6726	0.7144	0.5580
Direct	P_{10y}	0.8929	1.8823	-1.6739	2.0178
Indirect via days to heading	$r_{110}P_{1y}$	-0.0065	0.1293	0.6849	0.1797
Indirect via days to maturity	$r_{210}P_{2y}$	-0.1167	-0.1758	0.0236	-0.8226
Indirect via culm length	$r_{310}P_{3y}$	-0.0743	0.4361	-1.5599	-0.0303
Indirect via panicle length	$r_{410}P_{4y}$	0.1683	-0.7232	1.4742	-0.4439
Indirect via culm diameter	$r_{510}P_{5y}$	0.2190	1.5285	-1.2785	-0.1373
Indirect via no. of tillers per plant	$r_{610}P_{6y}$	-1.0193	0.8221	-0.7160	0.1348
Indirect via no. of panicles per plant	$r_{710}P_{7y}$	1.7932	-1.2088	10.2174	-0.0769
Indirect via rate of effective tillering per plant	$r_{810}P_{8y}$	-0.7295	0.5231	-11.4736	0.0094
Indirect via no. of kernels per panicle	$r_{910}P_{9y}$	-0.3676	-1.7909	4.9541	-0.3172
Indirect via 1000-kernel weight	$r_{1011}P_{11y}$	-0.0212	-0.7502	0.0622	0.0143

Table 14-6. Path coefficient analysis for variables upon grain yield per plant in the hulled oat on the different fertilizer levels

Type of effect		Fertilizer level			
		A	B	C	D
1000-kernel weight vs. grain yield	r_{11y}	0.4679	0.4319	0.5224	0.4717
Direct	P_{11y}	-0.1623	-2.3732	0.7075	-0.2112
Indirect via days to heading	$r_{111}P_{1y}$	0.6184	0.5606	5.2018	-0.5859
Indirect via days to maturity	$r_{211}P_{2y}$	-0.0081	0.1621	0.7027	0.3474
Indirect via culm length	$r_{311}P_{3y}$	0.0293	-0.4080	1.4403	0.0148
Indirect via panicle length	$r_{411}P_{4y}$	-0.1686	0.6114	-1.4805	0.2343
Indirect via culm diameter	$r_{511}P_{5y}$	-0.2607	-1.2969	1.9038	0.0974
Indirect via no. of tillers per plant	$r_{611}P_{6y}$	-1.7154	2.2243	-8.6040	0.5769
Indirect via no. of panicles per plant	$r_{711}P_{7y}$	2.4296	-2.7388	11.7192	-0.1558
Indirect via rate of effective tillering per plant	$r_{811}P_{8y}$	-0.7236	0.5156	-5.4007	-0.0001
Indirect via no. of kernels per panicle	$r_{911}P_{9y}$	0.3125	2.5706	-5.5205	0.2763
Indirect via panicle weight	$r_{1011}P_{10y}$	0.1168	0.5950	-0.1471	0.1362

♪ A:N-P₂O₅-K₂O=0-0-0 B:5-4.5-3.5 C:10-9-7 D:15-13.5-10.5

V. 摘 要

본 試驗은 1996年 11月부터 1997年 6月까지 濟州大學校 農科大學 附屬農場에서 遂行하였으며 飼料用 穀實귀리 올귀리 등 19品種을 供試하고 施肥量 4水準을 處理하여 施肥量에 따른 각 形質의 生態變化, 遺傳率, 遺傳相關, 表現形相關, 環境相關 및 經路係數를 分析한 結果는 다음과 같다.

1. 遺傳率은 出穗日數, 稈長, 穗長, 稈直徑, 穗當粒數, 千粒重, 株當收量에서 높게 나타났고, 生育日數, 株當分蘗數, 株當穗數, 穗重은 중간 程度였으며 有效分蘗率은 낮은 편이었다.
2. 施肥量의 變化에 따른 遺傳率의 變動은 穗當粒數와 千粒重이 가장 적었고, 生育日數, 株當分蘗數, 穗重, 株當穗數, 有效分蘗率은 變動이 甚하였으며 株當收量의 遺傳率은 增肥區에서 가장 높았다.
3. 株當收量과 遺傳相關이 높게 나타난 것은 株當分蘗數, 株當穗數 및 穗重이었고 出穗日數와는 높은 負의 相關을 보였다.
4. 施肥量에 따른 遺傳相關의 變動에서 穗重과 穗當粒數와의 遺傳相關은 施肥量이 增加함에 따라 높아지는 傾向이었고, 株當分蘗數와 株當穗數, 株當收量과 株當分蘗數, 有效分蘗率과는 增施할수록 遺傳相關이 낮아지는 傾向이었다.
5. 株當收量과 表現形相關이 높게 나타난 것은 株當分蘗數와 株當穗數였으며, 環境相關은 施肥量의 變化에 일정한 傾向이 없었다.
6. 株當收量에 대한 主要形質의 經路係數 分析 結果, 株當收量에 대해 直接效果가 컸던 形質은 無肥區에서는 株當穗數가, 減肥區에서는 株當分蘗數가, 標準肥區에서는 株當穗數가, 增肥區에서는 穗重이 가장 컸다.
7. 大部分의 處理에서 穗重과 株當穗數가 收量에 대한 直接效果가 크고 遺傳相關도 높아서 이들의 形質이 收量에 크게 影響을 주었다.

VI. 參 考 文 獻

- 明峰英夫, 菊池文雄. 1958. 日本稻雜種集團の遺傳子構成に及ぼす環境の影響. 植物の集團育種法研究. pp.89~106. 養賢堂(東京).
- Appleton, W.H. and H.B. Helms. 1925. The rate of absorption of nitrate of soda by oats and cotton when applied at different stages. J. Am. Soc. Agron. 17:596~605.
- Bhamanchant, P., and F.L. Patterson. 1964. Association of morphological characters and lodging resistance in a cross involving Milford-type oats. Crop Sci. 4:48~51.
- Chandhanamutta, P., and K. J. Frey. 1973. Indirect mass selection for grain yield oat populations. Crop Sci. 13:470~473.
- Coffman, F.A. 1961. Origin and history. Oats and oat improvement. pp.15~40.
- 趙載英. 1970. 麥類 機械化 適應栽培樣式과 適應品種의 生態에 關한 研究. 韓作誌 8:17~29.
- 卍章煥. 1972. 麥類의 倒伏에 關與하는 有用形質의 分析에 關한 研究. 韓作誌 11:105~120.
- 卍章煥, 李弘祐. 1973. 栽培條件에 따른 麥稈의 形態的 및 物理的 特性變化에 關한 研究. 韓作誌 14:111~115.
- 卍章煥, 河龍雄, 洪丙熹, 金東球, 許雨植, 李在奭, 姜在哲, 蔡在錫, 李敦吉, 朴功烈. 1973. 麥類에 대한 各種 磷酸質 肥料의 肥效檢定 試驗. 韓作誌 13:119~126.
- 卍章煥. 1974. 小麥(*Triticum aestivum* L. em Thell)의 出穗期 遺傳에 關한 研究. 韓作誌 15:1~31.

- 曹章煥. 1974. 麥類 品種의 早熟化와 省力栽培. 韓作誌 16:59~75.
- 曹章煥, 金鳳九, 河龍雄, 南重鉉. 1979. 小麥 主要形質의 遺傳 및 選拔效果에 關한 研究. 제 1보. 小麥의 出穗期 遺傳 및 遺傳率의 地域的 變動. 韓育誌 11(1):15~23.
- 曹章煥·成炳列·安完植. 1980. 小麥의 熟期 및 收量關聯形質에 對한 遺傳統計量의 年次間 變動. 韓作誌 25(3):15~30.
- 崔重鉉, 趙載英. 1976. 施肥量과 播種量의 變動에 따른 麥類 收量構成要素의 變異. 韓作誌 21:233~249.
- Dewey, D.R. and K.H. Lu. 1959. A correlation and path-coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. *Agronomy J.* 51:515~518.
- Falconer, D.S. 1954. Validity of the theory of genetic correlation. *J. Hered.* 45:42~44.
- Fonseca, S., and F.L. Patterson. 1968. Yield component heritabilities and inter-relationships in winter wheat (*Triticum aestivum*). *Crop Sci.* 8(5):617~620.
- Fowler, D.B., and R.J. Carles. 1979. Growth, development and cold tolerance of fall acclimated cereal grains. *Crop Sci.* 19:915~922.
- Gandhi, S.M., A.K. Sunghi, K.S. Nathawat and M. P. Bhatnagar. 1974. Genotypic variability and correlation coefficients relating to grain yield and a few other quantitative characters in indian wheats. *Indian J. of Genetics and Plant Breeding* 24(1):1~8.
- Gotoh, K. and Osanai, S. 1959. Efficiency of selection for yield under different fertilizer levels in a wheat cross. *Jap. Jour. Breeding* 9(2,3):173~178.
- 玄勝元. 1994. 播種期와 施肥量 差異에 따른 귀리의 生育, 收量 및 種實成分 變異. 濟州大學校 博士學位論文.

- 河基甫, 具滋王, 金容在. 1980. 窒素施肥에 따른 麥酒麥 品種의 收量 및 物質 反應에 관한 研究. 韓作誌 254(4):43~57.
- 咸泳秀. 1974. 環境變動에 따른 硬·軟質 小麥의 登熟 및 品質變化에 관한 研究. 韓作誌 17:1~44.
- Hazel, L.N. 1943. The genetic basis for constructing selection indexes. Genetics 28:476-490.
- Hobbs, J.A. 1953. The effect of spring nitrogen fertilization on plant characteristics of winter wheats. Soil Sci. of Am. Proc. 17:39~42.
- Hsu, P., and P.D. Walton. 1971. Relationships between yield and its components and structures above the flag leaf node in spring wheat. Crop Sci. 11(2):190~193.
- Johnson, V.A., K.J. Biever, A. Haunold and J.W. Schmidt. 1966. Inheritance of plant height, yield of grain, and other plant and seed characteristics in cross of hard red winter wheat(*Triticum aestivum* L.). Crop Sci. 6(4):336~338.
- Johnson, G.R., and K.J. Frey. 1967. Heritabilities of quantitative attributes of oats(*Avena* spp) at varying level of enviromental stress. Crop sci. 7:43~47.
- 金鳳九, 曹章煥, 河龍雄, 南重鉉. 1977. 小麥 主要形質의 遺傳 및 選拔效果에 관한 研究. 제3보. 小麥育種을 위한 主要形質의 選拔效果. 韓育誌 11(1):43~57.
- 金鳳九, 曹章煥, 吳正行, 鄭吉雄, 蔡濟千, 韓玉圭. 1995. 보리의 幹長 및 強幹性 遺傳. 韓育誌 27(2):148~154.
- 金翰琳. 1982. 麥酒麥品種의 播種期에 따른 生態反應 및 選拔에 관한 基礎研究. 東國大學校 博士學位 論文集.
- 金興培. 1984. 大麥의 最上部節間 및 主要形質의 遺傳力과 相關에 관한 研究. 韓作誌 29(2):175~178.

- 金興培. 1985. 大麥 主要形質間의 表現 및 遺傳相關과 經路係數. 韓作誌 30(2):174~179.
- 金宗壽, 曹章煥. 1988. 中部地方에 있어서 稈麥 有用形質의 選拔效果. 韓作誌 33(4):360~369.
- 金碩鉉, 趙載英, 權赫之. 1984. 窒素施用量의 差異가 稈麥의 光合成 關聯形質과 收量에 미치는 影響. 韓作誌 29(2):157~174.
- 金祥坤, 丁秉春. 1983. 沓裏作 栽培에 있어서 麥酒麥品種의 主要形質에 대한 遺傳統計量의 地域間 變動. 韓育誌 15(2):89~96.
- Kumagai, T. 1968. Studies on the variability and correlation of characters in the Genus Avena in relation of plant breeding. 北農. 72p. 129p.
- Lamb, C.A., and Robert M. Salter. 1936. Response of wheat varieties to different fertility levels. J. of Agri. Res. 53:129~143.
- Larter, E.N., P.J. Kaltsikes and R.C. McGinnis. 1971. Effect of date and rate of seeding on the performance of triticale in comparison to wheat. Crop Sci. 11:593~595.
- Li, C.C. 1956. The concept of path coefficient and its impact on population genetics. Biometrics 12:190~210.
- 李富榮, 蔡永岩. 1983. 二面交配에 依한 밀의 몇가지 量的形質의 遺傳研究. I. 出穗期·收量. 韓育誌 15(1):26~32.
- 李東石. 1974. 小麥育種에 있어서 收量 및 收量構成形質의 選拔을 위한 基礎的 研究. 韓作誌 15:33~39.
- 李熙碩, 池永植, 梁昌範, 金翰琳, 白潤基. 1988. 귀리의 實用形質의 遺傳 및 選拔 效果. 農試論文集(田·特作) 30(1):55~63.

- 李弘秬, 李殷雄, 李英鎬. 1975. 보리의 安全增收을 위한 窒素肥料의 效率的 利用에 관한 研究. 韓作誌 20:152~162.
- 林炳琦. 1976. 大麥의 播種藥式과 播種密度가 몇 가지 栽培條件下에서의 收量 및 主要實用形質에 미치는 影響. 韓作誌 21(1):137~180.
- Long, O.H., and C.D. Sherbakoff. 1951. Effect of nitrogen on yield and quality of wheat. Agron. J. 43:320~321.
- Lush, J.L. 1940. Heritability in quantitative characters in farm animals. Proc. 8th Int. Cong. Genet.:356~375.
- McClelland, C.K. 1931. Effect of various plant foods on growth activities and development of oats. J. Am. Soc. Agron. 23:304~311.
- Morikawa, H. 1936. Availability of phosphate sources for rice and oats. Hokuno 3:383~385.
- 紫田和博. 1960. 水稻品種における收量成分の經路分析-年次および施肥量による變化. 北海道立農試集報 9:69~87.
- 吳翰俊. 1997. 播種 및 刈取時期에 따른 쌀귀리 品種의 生態變化와 選拔指標. 濟州 大學校 博士學位論文.
- Park, B.G. 1994. Quality and adaptability of naked oats(*Avena sativa* var. *nuda*, *Avena nuda* L.) in korea. 서울大 碩士學位 論文.
- Pendleton, R.A. 1930. Nitrate fertilizers for oats in Iowa. J. Am. Soc. Agron. 22:663~668.
- Pendleton, J.W., A.L. Lang and G.H. Dungen. 1953. Response of spring barley varieties to different fertilizer treatment and seasonall growing conditions. Agron. J. 45:529~532.

감사의 글

본 연구를 수행할 수 있도록 세심한 지도와 편달을 하여 주신 김한림 교수님께 진심으로 감사를 드립니다. 또한 논문 심사에 아낌없는 조언을 하여주신 권오관 교수님과 오현도 교수님께 깊은 감사를 드리며, 학위 과정중 많은 관심과 배려를 하여주신 박양문 교수님, 조남기 교수님, 고영우 교수님, 강영길 교수님, 송창길 교수님께도 감사드립니다.

본 연구를 위해 많은 조언과 여건을 마련해 주신 제주도 농촌진흥원 고일웅 원장님을 비롯한 동료직원 여러분에게 감사드리며, 특히 자료분석에 도움을 주신 오한준 박사님, 자료와 원고정리 등에 도움을 준 조은숙 연구사, 조사와 자료 입력에 도움을 준 후배 강일두군 그리고 학과 전산실 이용에 도움을 준 오시현, 현경탁선생께도 깊은 감사를 드립니다.

끝으로 항상 사랑과 걱정으로 보살펴 주신 부모님과 누님들 그리고 동생들에게 감사드리며 이 논문을 할머님과 큰아버님, 큰어머님 영전에 드리고자 합니다.