

春大麥主要農藝性狀之相關與路徑係數分析¹

黃勝忠 洪武澄 胡凱康²

一、前言

大麥是重要的穀類作物之一。全世界大麥總產量僅次於小麥，稻米及玉米，而位居第四位，大致分佈於溫帶地區及部份的寒帶地區，自古等有廣大的栽培，其穀粒多被利用為飼料（約占50%）或供釀造啤酒（約占30%），另少數（20%）供工業用途或精製大麥片供人佐食⁽¹⁷⁾在本省亦有供製麥茶者，大麥在飼料方面之所以占相當大的比率，乃因為大麥具有玉米的95%飼養價值（feeding value）。

目前本省所消費的雜糧，大都仰賴進口，大麥是五種大宗進口雜糧之一，民國67年即進口34萬公噸，但本省自產量僅占總消費量的0.51%，可見大麥進口量與自產量間的距大差額，而今後的差距勢將繼續擴大，為減低仰賴進口，而從事雜糧增產之計，今後應從育種改良著手，以突破遺傳質的限制因子，育成更豐產，更適合於本省季候土宜環境的品種⁽¹⁾。作物育種工作原是長期艱鉅的工作，作物不但受遺傳質的支配，同時也受環境因子影響，又育種目標不僅豐產，還需具有季節適應性，以及對自然環境與栽培條件的適應，以配合農業制度⁽²⁾。往昔一般育種家均致力於獲取最好的遺傳質與理想型的基因組合，在選種過程中，往往憑個人直覺及經驗以作為選種標準，但結果常被栽培或推廣的農業制度所拒，而事倍功半。

大麥可分為二稜大麥（*Hordeum distichum*）與六稜大麥（*H. vulgare*）其遺傳質不均相同⁽²²⁾，在育種過程中，不能以相同一選種指標進行，因此本試驗的目的乃在大麥族群中，以其基因型與環境交互作用結果，分別調查二稜與六稜大麥各性狀所得資料，藉統計分析方法，估算其適宜本省栽培制度下之產量及其它性狀間之相關係數，並進行複迴歸分析，及路徑分析以探討何種性狀可供選拔指標，並比較二稜大麥與六稜大麥產量決定性狀之異同。俾作為大麥爾後選拔育種之參考。

二、試驗材料及方法

本試驗之大麥材料包括從日本引進10品種，墨西哥國際玉米小麥研究中心（CIMMYT）24品種（系），美國農部（USDA）33品系，美國加州大學（UCD）22品系，及本場搜集之7品系，合計86品系參試，其中並以本省之六稜大麥中興一號，二稜大麥臺中一號及興育五號為對照品種。以此具有代表性之大麥族群，於1979年11月14日播種，各品系逢機順序排列，二重複，行距50公分，行長2公尺，每行條播100粒種子，肥料施用量為N；P₂O₅：K₂O=80：60kg/ha，氮肥分基肥與追肥各半，追肥於播種後30天施用。田間管理按一般方法實施。生育期中分別調查發芽率、株型、抽穗期、倒伏、病害情形、株高、成熟日數，收穫後分別調查結實性狀、穗長、穗節數、穗粒數、穗重、結實率、千粒重、容量及穀粒產量，大麥穀粒並進行碾殼，測定穀粒、穎皮（husk）百分率，蛋白質含量採用micro-kjeldahl法測定之。

調查之農藝性狀測量方法，如表一：

¹本研究承農發會經費補助，謹誌申謝。

²臺灣省臺中區農業改良場技佐、股長及研究助理。

**本文承臺灣大學農藝系陳成教授斧正，謹此致謝。

表一、調查之農藝性狀

Table 1. Symbols of measurement characters

| 性狀 代號 | Characters Code | 調查性狀 Measurement characters |
|-----------------|--------------------|--|
| X ₁ | | 抽穗日數 Heading days (day) : 由播種至50%植株抽穗之日數。 |
| X ₂ | | 有效穗數 Fertile spike (110/m ²) : 成熟時2公尺行長內之有效穗數，即一平方公尺單位面積。 |
| X ₃ | | 株高 Plant height (cm) : 成熟時由地面至穗頂長度，不包括芒長，每行10株取其平均。 |
| X ₄ | | 穗重 Spike weight (g) : 每行取10穗稱乾重，取其平均。 |
| X ₅ | | 穗長 Spike length (cm) : 由穗之基部至穗頂之長度，不包括芒長，每行10株，取其平均。 |
| X ₆ | | 穗節數 No. of rachis nodes per spike : 每行取10穗計算其穗節數，取其平均值。 |
| X ₇ | | 一穗植數 No. of kernels per spike : 每行取10穗計算其穀粒數，取其平均值。 |
| X ₈ | | 結實率 Seed fertility (%) : 每穗結實百分率，二稜大麥由X ₇ /X ₆ ，六稜大麥由X ₇ /3 · X ₆ 。 |
| X ₉ | | 百粒重 100-kernel weight (g) : 取100粒子實之重量，重複四次，求其平均 |
| X ₁₀ | | 容積重 Test weight (g/100ml) : 100ml容積內子實之重量。 |
| X ₁₁ | | 產量 Grain yield (g/m) : 2公尺行長之子實產量。 |
| X ₁₂ | | 穀粒粗蛋白 Grain crude protein (% of D. M.) : 穀粒乾物重中之N%×6.25。 |
| X ₁₃ | | 穀粒穎皮百分率 Kerel husk (%) : 脫殼糠占穀粒重之百分比。 |

調查所得資料以下列各式進行統計分析：

1. 相關係數 (correlation coefficient) : 各性狀之相關程度，可以相關係數的正負大小表示。

$$r_p = \text{Cov } XY / \sqrt{V_x \cdot V_y}$$

r_p 為性狀表現型 (phenotype) 之相關係數， $\text{Cov } XY$ 為 X 與 Y 二性狀之共變方 (Covariance) V_x 及 V_y 各為 X 及 Y 性狀之變方，其 $X_1 - X_{12}$ 所代表之性狀參見表一。

2. 產量及其他性狀之複迴歸 (multiple regression) 分析：設複迴歸方程式為：

$$Y_j = b_0 + b_1 X_{1j} + b_2 X_{2j} + b_3 X_{3j} + b_4 X_{4j} + b_5 X_{5j} + b_6 X_{6j}$$

Y_j 代表產量性狀， b_0 、 b_1 、 b_2 、 b_3 、 b_4 、 b_5 、 b_6 ，分別表示起值點 (截距)、抽穗日數、有效穗數、穗重、一穗粒數、結實率、容積重之各淨迴歸係數； X_{1j} 、 X_{2j} 、 X_{3j} 、 X_{4j} 、 X_{5j} 、 X_{6j} ，各代表其實測值，同時以 F -值測驗複迴歸及淨迴歸係數之顯著性差異。

3. 路徑係數 (path-coefficient) 及相關成份分析：設大麥穀粒產量⁽⁷⁾的構成要素可分為抽穗日數⁽¹⁾，有效穗數⁽²⁾，穗重⁽³⁾，一穗粒數⁽⁴⁾，結實率⁽⁵⁾，容積重⁽⁶⁾，及剩餘因素 (X)。穀粒產量與各構成要素間因果關係，各構成因素間相互關係如圖一所示；相關與路徑係數依 Li ⁽¹²⁾ 與 $Dewey$ 及 Lu ⁽⁶⁾ 之方法求之， r 表示相關係數， p 表示路徑係數。

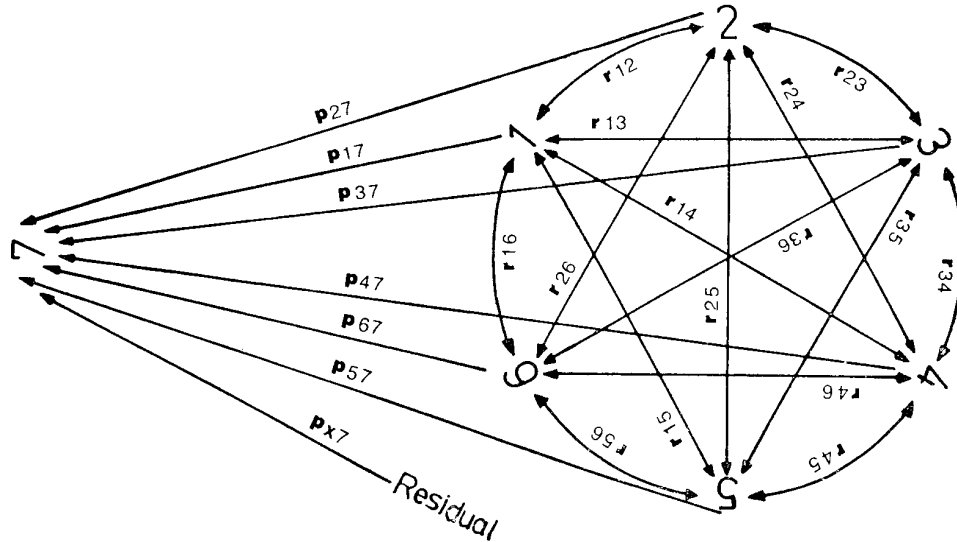


圖 1：路徑分析圖（P表示路徑係數，r 表示相關係數）。
 Fig. 1: Path analysis. (Here 'p' stand for path-coefficient and 'r' for correlations.)
 1. Heading days 2. Fertile spike 3. spike weight 4. No. of kernel per spike.
 5. Seed fertility 6. Test weight 7. Grain yield

三、試驗結果

大麥屬於大麥族（Hordeae barley tribe），大麥屬（Hordeum genus）作物，如依栽培特性可分為冬大麥（Winter barley）與春大麥（spring barley）⁽²²⁾。從本試驗觀察結果，引進新品系中，某些品系為冬大麥型，在本省冬季裡作，低溫不夠，因此抽穗延遲長達100天以上，或甚至不抽穗類似之品系調查資料均未列入統計。大麥由於結穗性狀之不同，可分為二稜（two-row）大麥與六稜（six-row）大麥，其調查資料分別統計分析其結果如下：

表二、春播大麥品系各調查性狀之平均值，平均標準機差，變異係數及變域

Table 2. Means, coefficient of variation and range of the measurement characters in spring barley

| 品系 Line 介值 Parameters 性狀 Characters | 二稜大麥 (31品系) Two-rowed barley (31 lines) | | | 六稜大麥 (32品系) Six-rowed barley (32 lines) | | |
|--|--|---------------|-------------|--|---------------|-------------|
| | 平均 Mean | 變異係數 CV(%) | 變域 Range | 平均 Mean | 變異係數 CV(%) | 變域 Range |
| X ₁ 抽穗日數 (天) Heading days | 79.10±1.29 | 11.66 | 45~91 | 72.44±1.06 | 13.57 | 45~94 |
| X ₂ 每m ² 有效穗數(no.) Fertile spike/m ² | 269.87±16.03 | 42.82 | 120~515 | 325.81±8.96 | 25.50 | 135~498 |
| X ₃ 株高 (cm) Plant height | 104.00 ± 1.24 | 8.62 | 83~128 | 100.53±1.47 | 13.56 | 73~130 |
| X ₄ 一穗重 (g) Spike weight | 1.30±0.04 | 22.65 | 0.4~1.8 | 2.71±0.06 | 20.17 | 1.4~4.2 |
| X ₅ 穗長 (cm) Spike length | 9.22±0.18 | 14.36 | 5.9~11.4 | 7.99±0.15 | 17.97 | 5.0~12.2 |

| | | | | | | | |
|-----------------|---------------------------------------|-------------|-------|-----------|--------------|-------|-----------|
| X ₆ | 穗節數 (no.) Rachis node no. /spike | 28.02±0.51 | 13.01 | 20~33 | 24.66±0.53 | 19.91 | 18~37 |
| X ₇ | 一穗粒數 (no.) Remel no./spike | 27.44±0.50 | 13.20 | 19.6~33.2 | 52.67±1.08 | 18.97 | 23.6~77.0 |
| X ₈ | 結實率 (%) Seed fertility | 97.98±0.56 | 4.15 | 84.9~100 | 72.21±1.22 | 15.66 | 37.0~91.4 |
| X ₉ | 百粒重 (g) 100-kernel weight | 41.06±0.92 | 16.19 | 27.8~56.8 | 4.98±0.53 | 11.73 | 27.6~52.8 |
| X ₁₀ | 容積重 (g/100ml) Test weight | 59.10±0.62 | 7.51 | 44.6~67.2 | 55.53±0.59 | 9.82 | 35.5~63.6 |
| X ₁₁ | 產量 (g/m ²) Grain yield | 24135±14.10 | 42.14 | 85~450 | 380.06±12.89 | 31.44 | 130~588 |
| X ₁₂ | 穀粒粗蛋白 (%) Grain crude protein | 11.55±0.25 | 9.16 | 10.4~13.3 | 12.12±0.14 | 9.75 | 9.7~15.6 |
| X ₁₃ | 穀糠 (%) Husk | 9.58±0.29 | 21.30 | 5.5~14.7 | 13.65±0.37 | 25.20 | 9.5~29.4 |

(一)由表二所列參試諸品系之平均值，可見六稜大麥之有效穗數、穗重、穗粒數、產量、穀粒粗蛋白及穀糠率約較二稜大麥高，而二稜大麥之抽穗日數與穗長較六稜大麥為長，結實率與容積重較六稜為高。六稜大麥性狀間之變異大小依序為：產量>有效穗數>穀糠率>穗重>穗節數>穗粒數>穗長>結實率>抽穗日數>株高>千粒重>容重>穀粒蛋白蛋。二稜大麥性狀變異大小依序為：有效穗長>產量>穗重>穀糠率>千粒重>穗長>穗粒數>穗節數>抽穗日數>穀粒蛋白>株高>容重>結實率。由此可歸納六稜大麥不同品系間，以產量的變異性最大（CV=31.44%），有效穗數次之（25.5%），而以穀粒蛋白質含量變異最小（9.75%）。二稜大麥品系間以有效穗數變異最高達42.82%，其次為產量性狀（42.14%），結實率的變異最小（4.15%）。

表三、春播二稜大麥重要農藝性狀間之相關係及顯著性測驗

Table 3. Significant tests of correlation coefficients among 12 agronomic characters in two-rowed spring barley.

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|
| X ₁ | - | X ₂ | | | | | | | | | | | |
| X ₂ | -.483** | - | X ₃ | | | | | | | | | | |
| X ₃ | .078 | .265 | - | X ₄ | | | | | | | | | |
| X ₄ | -.337* | .559** | .590* | - | X ₅ | | | | | | | | |
| X ₅ | .340* | -.227 | .472** | .261 | - | X ₆ | | | | | | | |
| X ₆ | .031 | .276* | .342* | .318* | .473** | - | X ₇ | | | | | | |
| X ₇ | .052 | .301* | .314* | .338* | .417* | -.942** | - | X ₈ | | | | | |
| X ₈ | .065 | .060 | -.075 | .051 | -.162 | -.162 | .176 | - | X ₉ | | | | |
| X ₉ | -.410** | .177 | .212 | .419** | .039 | -.126 | -.132 | -.015 | - | X ₁₀ | | | |
| X ₁₀ | -.264 | .316* | -.350* | .442** | .080 | .116 | .090 | -.088 | .643** | - | X ₁₁ | | |
| X ₁₁ | -.405** | .796** | .255 | .678** | .016 | .442** | .458** | .039 | .305* | .362** | - | X ₁₂ | |
| X ₁₂ | -.162 | -.321** | -.024 | -.180 | -.088 | -.013 | -.107 | .167 | .098 | -.056 | -.320* | - | |

* and **significant at 5% and 1% levels, respectively.

X₁~X₁₂ See Table 1

表三、春播六稜大麥重要農藝性狀間之相關係及顯著性測驗

Table 3. Significant tests of correlation coefficients among 12 agronomic characters in six-rowed spring barley.

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|
| X ₁ | - | X ₂ | | | | | | | | | | | |
| X ₂ | .254* | - | X ₃ | | | | | | | | | | |
| X ₃ | .174 | -.136 | - | X ₄ | | | | | | | | | |
| X ₄ | .186 | -.228* | .096 | - | X ₅ | | | | | | | | |
| X ₅ | .034 | -.278** | .104 | .355** | - | X ₆ | | | | | | | |
| X ₆ | .045 | -.342** | .220* | .579** | .674** | - | X ₇ | | | | | | |
| X ₇ | -.108 | -.184 | .075 | .740** | .242* | .633** | - | X ₈ | | | | | |
| X ₈ | -.194 | -.194 | -.164 | .154 | -.522** | -.453** | .396** | - | X ₉ | | | | |
| X ₉ | .425** | -.010 | .106 | .234* | .123 | .020 | -.132 | -.182 | - | X ₁₀ | | | |
| X ₁₀ | -.030 | -.252* | .109 | .204 | .132 | .350** | -.160 | -.246* | .423** | - | X ₁₁ | | |
| X ₁₁ | -.185 | .256* | -.002 | .230* | -.035 | .257* | .545** | .317** | .036 | .342** | - | X ₁₂ | |
| X ₁₂ | -.342** | -.004 | -.134 | -.305** | -.241* | -.339** | -.368** | .005 | .086 | -.070 | -.408** | - | |

* and **significant at 5% and 1% levels, respectively.

X₁~X₁₂ See Table 1

(二)由表三及表四所列X₁~X₁₂之12個性狀的相關係數，可以清楚看出各性狀間的相關程度，及二稜大麥與六稜大麥性狀間之相關顯然有某些差異。

參試之大麥逢機族群，雖然來自不同地區，亦為不同種質品系，但在同一種植環境下，性狀間之相關顯著與否，除受其基因型效應外，尚有環境效應存在。

1.由表三顯示二稜大麥性狀間達極顯著正相關的為：抽穗日數與百粒重，有效穗數與穗重及產量，株高與穗重及穗長，穗重與百粒重、容積重及產量，穗長與穗節數及穗粒數，穗節數與穗粒數及產量，穗粒數與產量，百粒重與產量，容積重與產量。達顯著正相關的有：抽穗日數與穗長，有效穗數與穗節數，穗粒數及容積重，株高與穗節數及穗粒數，穗重與穗節數及穗粒數，百粒重與產量。達極顯著負相關者為：抽穗日數與有效穗數、穗重、百粒重及產量，穀粒粗蛋白與有效穗數。達顯著負相關的有：株高與容積重，產量與穀粒粗蛋白。其餘性狀間相關不顯著。

2.由表四顯示六稜大麥性狀間達極顯著正相關的有：抽穗日數與百粒重，穗重與穗長、穗節數及穗粒數，穗長與穗節數，穗節數與穗粒數及容積重，穗粒數與結實率及產量，結實率與容積重，容積重與產量。達顯著正相關的有：抽穗日數與有效穗數，有效穗數與產量，株高與穗節數，穗重與百粒重及產量，穗長與穗粒數，穗節數與產量。達極顯著負相關的有：有效穗數與穗長及穗節數，結實率與穗長及穗節數，穀粒粗蛋白與抽穗日數、穗重、穗節數、穗粒數及產量。呈顯著負相關的有：有效穗數與穗重及容積重，結實率與容積重。其餘性狀間相關不顯著。

(三)根據相關係數顯著性測驗結果，因簡單相關僅表示獨立性狀間的相互關係，其性狀相互間，可能有因果依互關係存在，今將相關性大的變值剔除後，以(1)抽穗日數，(2)有效穗數，(3)穗重，(4)穗粒數，(5)結實率，(6)容積重，(7)產量，做迴歸分析。由二稜大麥與六稜大麥資料，分別求得的迴歸方程式為：

$$\text{二稜大麥 } Y = -80.15 - 0.52X_1 + 0.48X_2 + 93.64X_3 + 5.81X_4 + 0.97X_5 + 0.08X_6$$

$$\text{六稜大麥 } Y = -530.51 - 1.88X_1 + 0.66X_2 - 56.59X_3 + 8.61X_4 + 0.54X_5 + 0.88X_6$$

其中Y代表產量，X₁化表抽穗日數，X₂代表有效穗數，X₃代表穗重，X₄代表穗粒數，X₅代表結實率，X₆代表容積重。複迴歸及淨迴歸F值顯著性測驗列於表五。

表五、 複迴歸及淨迴歸係數 F 值測驗表

Table 5. F-test of multiple regression and partial regression coefficients

| 變因 (Source of Variation) | 自 由 度 (Degree of freedom) | | 均 方 (Mean square) | |
|------------------------------|------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| | 二稜大麥 Two-rowed | 六稜大麥 Six-rowed | 二稜大麥 Two-rowed | 六稜大麥 Six-rowed |
| 複迴歸 (Multiple regression) | 6 | 6 | 65632.37** | 128357.82** |
| b ₁ | 1 | 1 | 834.27 | 20785.22 |
| b ₂ | 1 | 1 | 88353.11** | 193681.21** |
| b ₃ | 1 | 1 | 23186.36** | 28507.66 |
| b ₄ | 1 | 1 | 17817.16* | 207909.22** |
| b ₅ | 1 | 1 | 752.75 | 2095.87 |
| b ₆ | 1 | 1 | 466.49 | 166180.81** |
| 剩餘 (Residual error) | 25 | 26 | 2970.26 | 5619.97 |
| 總和 (Total) | 31 | 32 | | |

* and ** significant at 5% and 1% levels, respectively.

由表五所列結果顯示，二稜與六稜大麥之複迴歸均達極顯著，又測驗各淨迴歸係數結果，二稜大麥的有效穗數與穗重及穗粒數共同組成對產量有顯著的正效應，尤其前二性狀對產量之正效應達極顯著；六稜大麥的產量組成性狀中，如有效穗數、穗粒數及容積重各自變性狀皆達極顯著正效應。

(四)複迴歸及淨迴歸分析雖可找出各個自變性狀間與依變性狀(產量)之效應顯著與否，但欲知其對產量的貢獻量 (contribution) 的多少，有待進一步的路徑係數分析⁽¹²⁾。

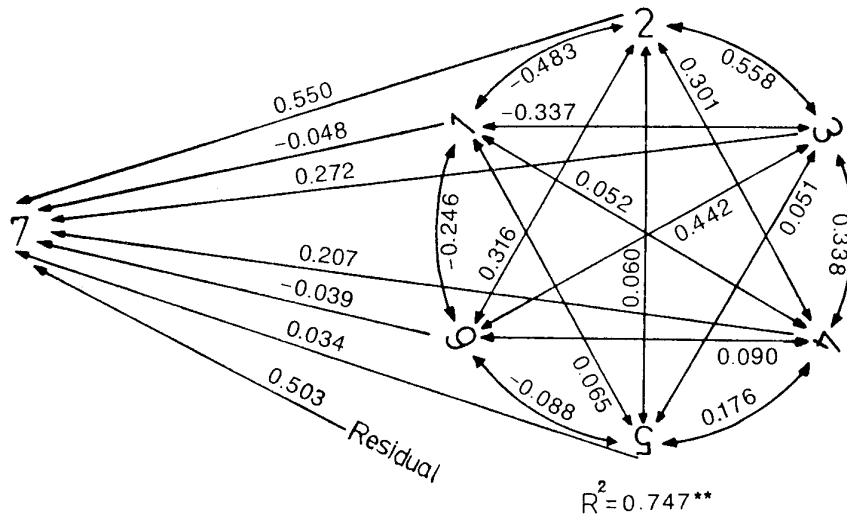


圖 2：二稜春播大麥產量與其構成因素之路徑係數及相關成份分析。

Fig. 2: Estimates of path-coefficients between grain yield and its componts in two-rowed spring barley.

1~7 See Fig. 1

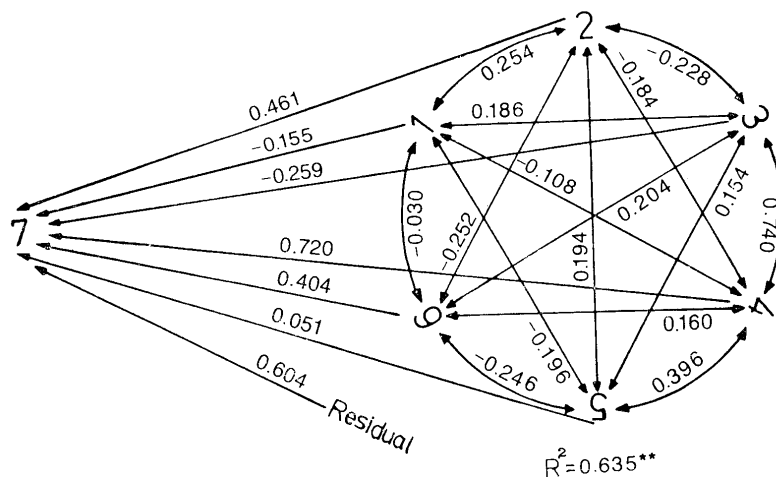


圖 3：六稜春播大麥產量與其構成因素之路徑係數及相關成份分析。

Fig. 3: Estimates of path-coefficients between grain yield and its componts in six-rowed spring barley. 1 ~7 See Fig. 1

由圖2及圖3的路徑分析結果，顯示二稜大麥與六稜大麥的產量(7)，與抽穗日數(1)，有效穗數(2)，穗重(3)，穗粒數(4)，結實率(5)，容積重(6)，的直接效應 (direct effect) 的大小。二稜大麥以有效穗數對產量的貢獻最大，穗重次之，一穗粒數又次之。而六稜大麥以一穗粒數對產量的貢獻最大，有效穗數次之，容積重又次之。

(五)大麥穀粒如欲利用於釀造 (malting)，則其穀粒粗蛋白含量不能高於11%，穀粒要大且飽滿，穎皮 (husk) 要薄，不能超過穀粒 (kernel) 的12%^(10,11,12)，今以(a)二稜大麥及(b)六稜大麥參試品系的產量，分別與穀粒粗蛋白含量及穀粒穎皮百分率做直線迴歸分析，其迴歸直線繪於圖4及圖5。由圖4可見，產量與穀粒粗蛋白呈負相關，尤以六稜大麥為極顯著的負相關。由圖5可知，無論二稜或六稜大麥其穀粒穎皮均與產量呈極顯著的負相關，而二稜大麥較六稜大麥有較明顯的趨勢。

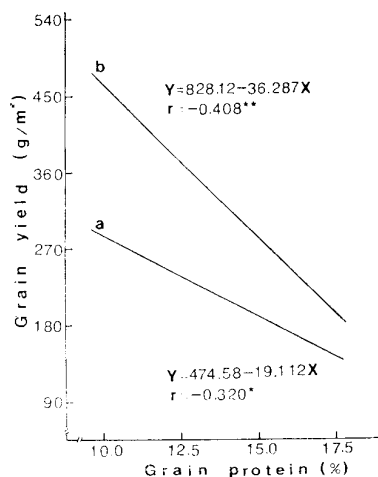


圖 4：穀粒蛋白質含量與穀粒產量間之相關分析。

Fig. 4: Correlation between grain protein (%) and grain yield.

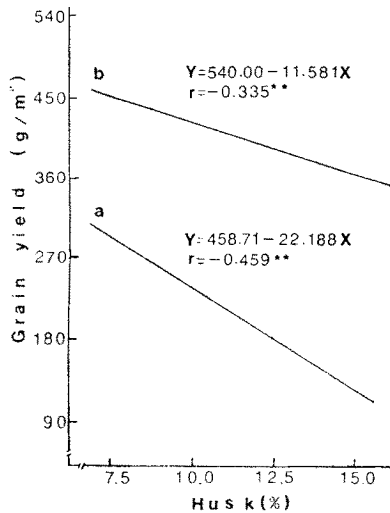


圖 5：大麥穀粒穎皮量與穀粒產量之相關性。

Fig. 5: Correlation between grain husk (%) and grain yield.

四、討 論

本試驗材料共計86品種（系），考其品種來源自世界各地，品種（系）間亦無近親普系關係存在，具有大麥族群的代表性與逢機性，經試驗結果，剔除冬播型品種後，（即不適於裡作的品種所調查資料均未列入統計）實際參試品系有二稜大麥31品粒，六稜大麥32品系。

Riggs & Kirby謂一般二稜大麥品種具有穀粒大、分蘗數多之優良特性，而一般六稜大麥具有每穗穀粒多及較高產之特性⁽¹⁸⁾。Hockott & standridge亦認為二稜大麥雖然分蘗力較強，穀粒較飽滿；但一穗粒數僅及六稜大麥之1/3~1/2，所以無法彌補總產量⁽¹⁰⁾。據表二結果觀之，六稜大麥產量構成要素中的有效穗數及一穗粒數之平均值較二稜大麥為高，其產量亦較二稜大麥為高，因此六稜大麥族群中較有可能選出高產之品種。又二稜大麥的穀粒粗蛋白及穎皮百分率平均較低，容積重平均六稜重，此等特性乃適於釀造之條件：穀粒大、穎皮薄、蛋白質含量低（Richard & Herg⁽¹⁷⁾）；因此二稜大麥較六稜大麥適於釀造。

由於諸性狀間所測定之單位不一致，因此以相對變異量（relative variability）之變異係數比較之，由變異係數之大小，可判定性狀之穩定性，如二稜大麥較穩定性狀為結實率、容積重、株高及穀粒蛋白；六稜大麥則為穀粒蛋白、容積重，又二稜與六稜之變異係數雖不一致，但明顯可見，產量與有效穗數之變異係數均偏高，其原因可能為此二性狀除受品種遺傳形質之控制外，尚易受栽培環境因子之影響；Park認為，有效穗數易受播種方式及環境之影響⁽¹⁵⁾；湯亦謂一般量的性狀受環境影響很大⁽²⁾。

在作物育種與栽培上，常根據兩種以上具有經濟價值的性狀，來做為改良作物之遺傳性或生育環境，以提高作物之產量（Wiebe⁽²²⁾），因此性狀間之相關程度的大小，在育種與栽培應用上十分重要。

由表三之結果，可見二稜大麥的抽穗期與有效穗數、穗重、百粒重、及產量均達顯著的負相關，此可能為大麥限制於裡作栽培條件，二稜大麥通常較六稜大麥晚抽穗，易受生育後期的高溫與下雨的影響，致使植株倒伏，罹害斑點病（Spot Blotch, *Helminthosporium sativum*），穀粒不充實，所以愈晚熟品種，愈易遭受惡劣環境的影響，以致低產的原因，此與一般認為晚熟品種較高產的原則不同。His & Lambert亦有報告稱：大麥產量與抽穗日數有顯著負相關存在⁽¹¹⁾。六稜大麥之抽穗日數與產量之相關不明顯示（表四），此是否為六稜大麥較二稜大麥易於對付環境能做緩衝調整，使表型適應（phenotypic adaptation）的結果，有

待進一步的探討。

以禾穀類作物而言，穀粒產量之構成要素（Yield componets）成分是分蘗數，每穗粒數和每粒重量（Waltor）⁽²¹⁾。Grafius以為產量構成要素作為選種準則，會比直接選拔產量較有效，因為這些性狀之遺傳性會比較簡單。Ellis & kirby認為春大麥產量構成要素，有效穗數，每穗粒數，穀粒重三者當中，在育種選拔上增加前二者，較有育成高產之可能⁽⁸⁾。Park分析大麥產量構成要素，認為每穗粒數最重要，有效穗數次之，粒重又次之，而每穗粒數是品種特性，且與產量極顯著正相關，可由每穗粒估算產量⁽¹⁵⁾。綜觀表三及表四，發現二稜大麥與六稜大麥在各農藝性狀間之相互關係並不一致。二稜大麥的產量與有效穗數、穗重、穗節數、每穗粒數及容積重都呈極顯著的正相關，因此二稜大麥如欲提高產量，此等性狀均可做為選拔之性狀。同樣的，六稜大麥如欲提高產量，其一穗粒數、結實率、容積重、有效穗數、穗重及穗節數等性狀，均可被採納為選拔性狀。Woodward曾謂，六稜大麥之結實率與產量呈正相關，結實率如低於75%時，即使其穀粒較大，亦趨於低產⁽²³⁾。Den & Lambert的報告亦指出，六稜大麥產量與穀粒重、結實率、容積重呈正相關⁽⁵⁾，與本試驗之結果相同。

產量作物整個生育過程中最後之產物，育種的主要目的亦為育成高產量之品種，在育種過程以何種性狀作為選種準則（selection criterion），各育種學家，各作物所用的，不盡相同，但其目的均是希望選出高產量之品系。作物之性狀很多，以何種性狀做為選種指標，才較為有效，乃是育種工作者欲想知道的。如Eagles等利用迴歸分析出選種性狀，在24地方栽培之燕麥80品種中，選拔出優良品種⁽⁷⁾。Dewey等亦利用相關及路徑係數分析小麥草（wheatgrass）的產量基本組成為結實率及植物的大小⁽⁶⁾。Tha以複迴歸與淨迴歸，分析小麥雜交後代的產量與產量構成要素，以做為選種指標⁽²⁰⁾。劉與陳研究適宜臺灣裡作小麥，認為小麥產量決定性狀為株高、抽穗日數及容積重⁽³⁾。

利用表三及表四之結果，就與產量關係較密切的各性狀，作複迴歸分析及路徑係數分析，以判定何種性狀對產量的效應及貢獻量之大小。根據表五的結果可獲知，二稜大麥的有效穗數、穗重及每穗粒數對產量有顯著的正效應；六稜大麥則為有效穗數、穗粒數及容積重對產量有顯著的正效應。再經路徑分析結果（圖2及圖3）可知，欲改良本省適裡作大麥之產量時，二稜大麥與六稜應分別行之，二稜大麥最重要性狀為有效穗數，如同時以兩種以上之性狀來選拔時，應再加上穗重及每穗粒數；而六稜大麥最重要性狀為每穗粒數，如再加上有效穗數及容積重，則更有促進豐產育種之效果。但大麥育種時，與產量有高度相關性之性狀，亦可供為選種之指標。Malhotra & Jain利用路徑及迴歸分析30個大麥品種，指出一穗粒數與千粒重是大麥產量的主要構成要素⁽¹³⁾。Tewari利用60個大麥基因型（genotypes），路徑分析結果認為穗長、穗粒數及千粒重三個因素對產量有顯著正的直接影響⁽¹⁹⁾，與本試驗結果不盡相同，此項差異可歸因於所用之材料不同，且Tewari未將大麥分為二稜與六稜之差異。但Grafius & Okoli研究28個大麥雜交後代發現，分蘗數、每穗粒數及每粒重三個基本組成分構成72%全部產量之變異量⁽⁹⁾，其論點與本試驗相同。如今以產量之組成分來做為產量育種之準則，並不如想像的那麼確切。因為這些組成分與產量一樣是數量性狀，易受環境的影響，且性狀彼此間有牽連關係，如提高某一成分時，便會使別的成分降低。

Wiebe指出，在大麥育種上，產量、容積重、抽穗期、株高及穀粒粗蛋白質是重要的考慮性狀，但其外表型與基因型並不能明顯的確定，如產量很易受到環境因子之影響，遺傳率不高⁽²²⁾。目前本省大麥栽培僅限於冬季裡作，因此本試驗之結果乃在適合裡作條件下所得之結論。唯有關產量選種準則，則視作物別及作物遺傳形質而有所不同。

大麥釀造上主要考慮性狀為麥粒大且飽滿、穎皮薄、蛋白質含量低^(10,11,7)；由圖4及圖5之結果可知，大麥產量與穀粒蛋白含量，穎皮比率之質量性狀呈顯著負相關，此與Neatby. His & Lambert及Den & Lambert之結果相同^(5,11,14)。Day & Dickson研究六稜與二稜雜交後代發現大麥穀粒蛋白質性狀與二稜（VV）或六稜（VV）性狀連鎖在一起⁽⁴⁾。此等結果可供爾後雜交後代提高品質與產量育種之參考。

五、摘要

本試驗利用從日本、墨西哥及美國引進的大麥品系（種），與本省現有的春播大麥品種為材料參試，在本省中部冬季裡作，在同一栽培環境及相同管理方法下，此一大麥族群，其基因型與環境交互作用結果，藉統計方法分別研究春播二稜大麥及六稜大麥性狀間的變異係數及相關性，並經由路徑係數分析結果，比較二稜與六稜大麥產量決定性狀之異同，並探討何種性狀可供為選種指標，作為爾後大麥育種之參考。

1979年11月14日播種，進行本試驗。

參試春播大麥族群中，二稜大麥與六稜大麥性狀的變異性不盡相同，亦表示二者的遺傳質不同。

適宜裡作的二稜大麥之產量與抽穗日數呈極顯著的負相關（ $Y=-0.405^{**}$ ），因此生育日數長者，不適用於冬裡作。但產量與有效穗數、穗重、穗節數、穗粒數、容積重均呈極顯著的正相關，因此二稜大麥如欲獲高產，此等性狀均是最適選拔之性狀。同樣的，六稜大麥如欲獲高產，其一穗粒數、結實率、容重、有效穗數、穗重及穗節數等性狀，均可被採納為選拔性狀。

經複迴歸及路徑係數分析結果得知，適裡作二稜大麥的有效穗數、穗重及一穗粒數，可以做為高產品系選拔之標準，而六稜大麥則為一穗粒數，有效穗數及容積重。

參試大麥品系之穀粒粗蛋白含量及穎皮含量均與產量呈極顯著負相關，且二稜大麥與六稜大麥有相同的結果。

六、參考文獻

1. 臺灣雜糧增產之研究。科學農業叢書第七號。1980年科學農業社編印。
2. 湯文通1967：作物育種之原理與實施。
3. 劉景平、陳成1980：黑小麥與小麥農藝性狀之相關及路徑分析。中華農學會報，新111：24~37。
4. Day, A. D. & A. D. Dickson, 1957. Association between nitrogen percentage and certain morphological characteristics in barley. *Agro. J.* 49: 244-246.
5. Den Hartog, G. T. & J. W. Lambert, 1953. The relationships between certain agronomic and malting quality characters of barley. *Agro. J.* 45: 208-212.
6. Dewey D. R. & K. H. Lu, 1959. A correlation and path coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. *Agro. J.* 51: 515-518.
7. Eagles, H. A., P. N. Hinz & K. J. Frey, 1977. Selection of superior cultivars of oats by using regression coefficients. *Crop Sci.* 17:101-105.
8. Ellis, R. P. & E. J. M. Kirby, 1980. A comparison of spring barley grown in England and in Scotland. 2. Yield and its components. *J. Agric. Sci., Cam.* 95:111-115.
9. Grafius, J. E. & L. B. Okoli, 1974. Dimensional balance among yield components and maximum yield in an 8x8 diallel of barley. *Crop Sci.* 14: 353-355.
10. Hockett, E. A. & N. N. Standridge, 1976. Relationship of agronomic and malt characteristics of isogenic Traill to breeding two-and six-rowed barley. In: *Barly Genetics III. Proc. 3rd Intern. Barley Symp. Garching.* Pp. 594-603.
11. Hsi, C. H. & J. W. Lambert, 1954. Inter-and intra annual relationships of some agronomic and malting quality characters of barley. *Agro. J.* 46: 470-474.

12. Li, C. C., 1948. An introduction to population genetics. National Peking Univ. Press. Peiping, pp. 152-176.
13. Malhotra, R. S. & R. P. Jain, 1972. Path and regression analysis in barley (*H. vulgare* L.). Indian J. Agri. Sci. 42: 404-406.
14. Neatby, K. W. & A. G. McCalla, 1938. Correlation between yield and protein content of wheat and barley in relation to breeding. Canad. J. Res. 16:1-15.
15. Park, S. J., E. Reinbergs & L. S. P. Song, 1977. Grain yield and its components in spring barley under row and hill plot conditions. Euphytica 26: 521-526.
16. Rasmusson, D. C. & R. Q. Cannell, 1970. Selection for grain yield and components of yield in barley. Crop Sci. 10: 51-54.
17. Richard J. D. & L. A. Henry, 1967. Barley. In: Crop Production. 3rd Proc. Prentice-Hall. Pp. 144-161.
18. Riggs, T.J. & E.J. M. Kirby, 1978. Developmental consequences of two-row and six-row ear type in spring barley. 1. Genetical analysis and comparison of mature plant characters. J. Agric Sci., Camb. 91: 199-205.
19. Tewari, S. N., 1976. Path-coefficient analysis for grain yield and its components in a collection of barley germ plasm. In: Barley Genetics III. Proc. 3rd Intern. Barley Symp. Garching. Pp. 686-700.
20. Tha, H. M. & A. Ram, 1968. A note on correlation and partial regression studies between yield and yield attributing characters in wheat. J. Agron. 13:200-202.
21. Walton, P. D. 1971. The use of factor analysis in determining characters for yield selection in wheat. Euphytica 20: 416-421.
22. Wiebe, G. A., 1968. Breeding. In: Barley: Origin, Botany, Culture, Winterhardness, Genetics, Utilization, Pests. U. S. Dept. of Agric., Washington, D. C. pp. 96-104.
23. Woodward, R. W., 1949. The inheritance of fertility in lateral florets of the four barley groups. Agro. J. 41: 317-322.

The Correlation and Path Analysis of Important Characters in Spring Barley.

by

Sheng-Chung Huang, Wu-Cheng Hong, Kae-Kang Hwr^{*}

Summary

The main purpose of this study was to find out the correlation between yield and yield components of spring barley varieties which were grown in winter intercropping in Taichung, Taiwan. These experimental material included thirty-one two-rowed barley varieties (or lines) and thirty-two six-rowed barley varieties (or lines) were collected from Japan, U. S. A., Mexico and Taiwan. Seeds of barley were sown on November 14, 1979.

The coefficient of variation and simple correlation among agronomic characters of two-and six-rowed spring barley were studied separately. The grain yield and its components of spring barley were also investigated by multiple regression and path analysis.

Results of the studies indicated that the genetic behavior of cultivated barley differs in different spike types (two-row or six-row).

Tests of simple correlations showed significant negative association. Between heading days and grain yield in two-rowed barley. The highly significant positive correlations were found between fertile spikes, spike weight, no. of rachis node per spike, kernels per spike, test weight and grain yield. Therefore, all of these characters can be used as a major selective characters for outyielding in two-rowed barley. Similarly, kernels per spike, seed set fertility, test weight, fertile spikes, spike weight and no. of rachis node per spike were most effective selection characters for high yield in six-rowed barley.

The results of multiple regression and path analysis indicated that fertile spikes, spike weight and kernels per spike are the three major factors which caused high yield in two-rowed barley, and in six-rowed barley they are kernels per spike, fertile spikes and test weight. It seems these characters to be established as a selection criterion in barley breeding programs.

There was also found to be close negative correlation between grain protein content, husk percentage and grain yield on two-and six-rowed spring barley.

* Junior specialist, Specialist and Research Assistance. Taichung District Agricultural Improvement station.