三島柴胡育種指標性狀之篩選與利用

黃秋蘭　郭能成
台東區農業改良場

摘　要

一、柴胡育種指標性狀的篩選

爲提高柴胡育種選拔效率，以三島柴胡及台農一號爲材料，於1989年10月播種，在種子成熟之生育盛期（播種後8個月），逢機取樣調查各項農藝性狀、產量及有效成分Saikosaponin含量，分析各性狀間的相關程度，結果地上部各部位產量與根部產量成正相關，相關值最高者爲莖粗，可作爲選育高產之指標性狀；然而這些產量性狀與藥效成分Saikosaponin含量皆呈負相關，僅最低分枝節位的高度與Saikosaponin含量成正相關，可作爲選育高成分之參考指標性狀。

二、利用指標性狀進行混合選種

本研究以離地基部10公分之莖粗作爲選拔高產之指標性狀，進行混合選種，經過一年之選拔結果，在頻度分布圖上族群產量分布向右推進，減少了低產頻度，選拔後地上部產量平均爲95公克／株，較原族群50.9公克／株，增加許多，但族群分散程度亦仍大爲$\sigma = 62.8$；根部產量選拔後平均爲3.29公克／株，亦較原族群2.11公克／株增加，惟族群分散程度亦仍大，$\sigma = 2.19$，表示族群產量仍有增進之空間。

關鍵字：柴胡、指標性狀、混合選種。

前　言

柴胡爲常異交作物，因此族群內個體間及族群間遺傳異質性均高，因此在不同生育地區的族群間，或同一族群的植株個體間，其形態特性，產量及有效成分含量都發現有極大的變異存在（大橋與栗林1967；堀越等1976a,b；霜川與大橋1980；霜川等1980）。利用混合選種法，可有效快速改進柴胡族群，大橋與栗林(1973)曾以此法選拔一年內抽苔的植株，經四年的選拔，平均抽苔率由38.5％增進至86.4％。

目前臺灣栽培的柴胡品種，其在田間栽培時，植株間的遺傳變異仍甚大，田間生長之植株因大小、高度參差不齊，而影響產量，爲求今後栽培柴胡能有穩定之生產及提高產量，應可利用混合選種法選拔高產及健壯的植株，分年逐代的改進柴胡族群的生育及產量。

而柴胡的主要收穫物爲地下根部，品質評價除了根部外觀之外，以藥效成份saikosaponin含量的高低爲指標，此種根部產量，外觀及成分含量等性狀，皆不易於生育過程直接在田間辨識。在進行育種選拔時，對於欲調查之性狀，而無法於集團中直接鑑別時，可尋找與此性狀有

密切相關之其它性狀做爲間接選拔的對象。有關柴胡各性狀間之相關，雖然 Tani et al. (1986,1987,1988) 指出 saikosaponin 含量與根粗呈負相關，與根中韌皮部／木質部比例呈正相關；而且株高、株重、分枝數、根粗及根重間皆有顯著正相關（劉,1988）。但有關根部產量，成分含量與各農藝性狀之間的綜合關係則有待進一步的探討，以提供柴胡族群改良時參考與利用。本研究除了將這些性狀間的相關進一步分析外，並由此篩選出柴胡育種指標性狀，據以進行混合選種，增進柴胡之生產力。

材料與方法

一、柴胡育種指標性狀的篩選

㈠本試驗採用台灣目前所栽培的二個柴胡族群爲材料，其來源分別爲省農業試驗所育出的品種〝三島柴胡台農一號(B.falcatum cv. TARI No. 1)〞與台東區農業改良場自日本引種的〝三島柴胡(B.falcatum)〞。

將上述材料，在1989年10月30日播種於台東區農業改良場試驗田，以行距30公分進行條播，於播種後90天施行間拔，固定株距爲10公分，每族群分別種植30行，每行200株，計每族群約6000株，以供採樣調查。

採樣調查時期爲生育盛期（播種後240天），每族群分別逢機掘取200株，逐株調查各種性狀。並分析各性狀間的相關及綜合關係，借此篩選出柴胡育種的指標性狀。

㈡調查項目與方法

⑴株高 (plant height, PH) cm.
⑵葉數 (number of leaves, LN) no.
⑶葉面積 (area of leaves, LA) cm .
⑷葉鮮、乾重 (fresh 、 dried weight of leaves, LFW 、 LDW) g.
⑸莖鮮、乾重 (fresh 、 dried weight of stems, SFW 、 SDW) g.
⑹花及果實數目 (number of umbel flowers or fruits, FFN) no., 以繖形花序爲單位。
⑺花及果實鮮、乾重 (fresh 、 dried weight of flowers and fruits, FFW 、 FDW) g.
⑻地上部鮮、乾重 (fresh 、 dried weight of aerial parts, AFW 、 ADW) g.
⑼支根數 (number of branch root, BRN) no.
⑽鬚根數 (number of fiber root, FRN) no., 分別以1-5表鬚根之寡與多。
⑾根長 (length of root, RL) cm.
⑿根粗 (width of root, RW) cm.
⒀根鮮、乾重 (fresh 、 dried weight of root, RFW 、 RDW) g.
⒁主根鮮、乾重 (fresh 、 dried weight of main root, MRFW 、 MRDW) g.
⒂支根鮮、乾重 (fresh 、 dried weight of branch root, BRFW 、 BRDW) g.

⑯抽苔日數(the days from seedling to bolting, BD) days

⑰主莖高(main stem heigth, SH) cm.

⑱主莖粗(main stem width, SW) cm.

⑲主莖節數(node number of main stem, NN) no.

⑳主莖上的葉長(length of leaf in main stem, SLL) cm.

㉑主莖上的葉寬(width of leaf in main stem, SLW) cm.

㉒主莖上的葉面積(area of leaves in main stem, SLA) cm .

㉓主莖上的葉鮮、乾重(fresh 、dried weight of leaves in main stem, SLFW 、SLDW) g.

㉔最低分枝的節位(the node of the lowest primary branch, FBN) no.

㉕最低分枝的高度(the heigth of the lowest primary branch, FBP) cm.

㉖分枝上的葉數(number of leaves in branch, BLN) no.

㉗分枝上的葉長(length of leaf in branch, BLL) cm.

㉘分枝上的葉寬(width of leaf in branch, BLW) cm.

㉙分枝上的葉面積(area of leaves in branch, BLA) cm .

㉚分枝上的葉鮮、乾重(fresh 、dried weight of leaves in branch, BLFW 、BLDW) g.

㉛側莖數(number of lateral stem, TN) no.

㉜側莖上的葉數(number of leaves in lateral stem, TLN) no.

㉝側莖上的葉鮮、乾重(fresh 、dried weight of leaves in lateral stem, TLFW 、TLDW) g.

㉞側莖上的花及果實鮮、乾重(fresh 、dried weight of flowers and fruits in lateral stem TFFW 、TFDW) g.

㉟莖稈鮮、乾重(fresh 、dried weight of stem and branch, SFW 、SDW) g.

㊱甲醇抽出物(methanol extraction, ME) %.

㊲柴胡皂素 c (saikosaponin c, SC) %.

㊳柴胡皂素 a (saikosaponin a, SA) %.

㊴柴胡皂素 d (saikosaponin d, SD) %.

㊵柴胡皂素 c+a+d (saikosaponin c+a+d , SCAD) % ，爲 saikosaponin c 、a 、d 總含量。

有關成分的分析方法爲：先將約 1g 的乾燥根磨成粉末，以 40 ℃ 烘乾 7 小時後，精密取重量，以 100ml 的甲醇迴流萃取 1 小時後，以 3500rpm 在 4 ℃下離心 15 分鐘，再以脫脂棉過濾，收集濾液以減壓濃縮機濃縮至乾，即爲甲醇抽出物。再加入 5ml 甲醇溶劑，配成點樣溶液，以 merck 5557 (silica gel 60 F 254) 之 T L C 板爲材料，進行薄層色層分析，展開液爲 8 EtOAC：2 EtOH：1H_2O ，分離出 saikosaponin c 、a 、d 後，以 105 ℃ 15% 的濃硫酸顯色，再利用掃描積分儀（ CAMAG TLC Scanner II ， V 3.04 ）掃描積分，波長設定爲 366nm ，即可

與標準曲線對照換算出saikosaponin c、a、d的含量。

㈢統計分析

(1)各性狀間的相關程度，以相關係數(Correlation co-efficient)正負值的大小表示之。

其公式爲 $R\ ijp = S\ ijp / \sqrt{S\ iip \times S\ jjp}$

式中 R ijp 爲性狀表現型(Phenotype)之相關係數

S ijp 爲性狀i與j之變積(Covariance)

S iip、S jjp 各爲性狀i與j之變方(Variance)

i與j爲任何兩個性狀

(2)性狀間綜合關係之估算：以各族群所調查性狀之觀測值計算其相關係數矩陣(R)，以進行主成分分析。

其公式爲 $R\ e\ i' = e\ i'\ \lambda\ i$, i=1～n, n爲調查性狀數式中 $\varrho i = [\varrho 1i, \varrho 2i, \cdots\cdots, \varrho ki, \cdots\cdots, e\ ni]$ 及 $\lambda\ i$ 爲R之第i個特徵向量(Eigen vector)與特徵值(Eigen value)。

則第k個農藝性狀與第i個主成分間之相關係爲：

$r\ ki = \varrho ki\ \lambda\ k^{\frac{1}{2}}$ (Johnson and Wuchern 1988)。

二、利用指標性狀進行混合選種

㈠試驗材料：以本場自日本引進栽培之三島柴胡(B. falcatum L.)爲材料。以30*10cm行株距種植，計約2000株，供選拔。

㈡選拔方法：以混合選種法(mass selection)進行選拔，利用前項試驗篩選出之莖粗作爲產量指標性狀，進行柴胡高成分產量之選拔。預計選出50-100株。分別收集入選株種子，爲次代族群來源。

㈢選拔時期：定於生育盛期(即播種後八個月)，柴胡族群內的變異此時呈現最大，是爲最佳的選拔時期。且此時已有種子成熟，可一邊採收種子，一邊掘取調查各項有關產量及成分含量性狀。

㈣調查項目：每族群逢機取出100株，調查株高，莖粗，地上部乾重，根長，根粗，根乾重及粗皂素含量(Crude sai-kosaponin)。分析其頻度 分布，比較選拔效果。粗皂素含量之分析方法爲：將約1g的乾燥根磨成粉末，以40℃烘乾7小時後，精密取重量，以100ml的甲醇迴流萃取1小時後，以3500rpm在4℃下離心15分鐘，再以脫脂棉過濾，收集濾液以減壓濃縮機濃縮至乾後，加入20ml甲醇溶解過濾，再加入20ml乙醚，即有沉澱生成，再以濾紙 過濾，收集沉澱物烘乾稱重，即爲粗皂素含量。

結　果

一、各農藝性狀之表現型相關

本研究計分析了22個調查性狀相互間的相關，結果如表1與表2。

(1)台農一號族群於生育盛期各性狀間的相關關係，如表1所示。其中屬地上部調查性狀爲12項，地下部調查性狀爲10項，茲分項說明如下：

A. 地上部調查性狀間的相關，如表1A. 所示：

抽苔日數：與分枝數、葉數、花果數、葉乾重呈顯著正相關，其餘各性狀間無顯著相關。

株高：與節數、最低分枝節位、葉數、莖乾重、葉乾重呈顯著正相關，其餘各性狀間無顯著相關。

莖粗：與最低分枝節位、最低分枝高度呈極顯著負相關，與節數、分枝數、葉數、花果數、莖乾重、葉乾重、花果乾重呈極顯著正相關。

節數：與最低分枝節位無顯著相關，與最低分枝高度呈顯著負相關，與分枝數、葉數、花果數、莖乾重、葉乾重、花果乾重呈極顯著正相關。

最低分枝節位：與最低分枝高度呈極顯著正相關，與分枝數、葉數、花果數、莖乾重、葉乾重、花果乾重呈顯著負相關。

最低分枝高度：與分枝數、葉數、花果數、莖乾重、花果乾重呈顯著負相關。而與葉乾重無顯著相關。

其餘分枝數、葉數、花果數、莖乾重、葉乾重、花果乾重等六性狀間，則均呈極顯著正相關。

B. 地下部調查性狀間的相關，如表1B. 所示：

支根數：與鬚根數、根長、根粗、主根乾重、支根乾重呈顯著正相關，與saikosaponin c、saikosaponin d、saikosa-ponin c+a+d的含量呈顯著負相關，與saikosaponin a則無顯著相關。

鬚根數：僅與根粗、主根乾重、支根乾重呈顯著正相關，其餘 則無顯著相關。

根長：與根粗、主根乾重、saikosaponin a含量呈顯著正相關，與saikosaponin c、saikosaponin d含量呈顯著負相關，而與支根乾重、saikosaponin c+a+d含量無顯著相關。

根粗與主根乾重：兩者呈極顯著正相關，且皆與支根乾重呈顯著正相關，又皆與saikosaponin c、a、d、c+a+d的含量呈顯著負相關。

支根乾重：與saikosaponin c、d、c+a+d的含量呈顯著負相關，而與saikosaponin a無顯著相關。

Saikosaponin c、a、d、c+a+d的含量：四者之間均呈顯著正相關。

C. 地上部性狀與地下部性狀間的相關，如表1C. 所示：

抽苔日數：僅與支根乾重呈顯著正相關，其餘則無顯著相關。

株高：與根長、主根乾重呈顯著正相關，其餘則無顯著相關。

莖粗、花果數、花果乾重：三者皆與支根數、鬚根數、根長、根粗、主根乾重、支根乾重呈顯著正相關，而與成分含量saikosaponin c、a、d、c+a+d呈顯著負相關。

節數、分枝數、莖乾重：三者除與根長無顯著相關外，與支根數、鬚根數、根粗、主根乾重、支根乾重呈顯著正相關，而與成分含量saikosaponin c、a、d、c+a+d呈顯著負相關。

最低分枝節位：與支根數、鬚根數、根長、根粗、主根乾重、支根乾重呈顯著負相關，與成分含量saikosaponin c、a、d、c+a+d呈顯著負相關。

最低分枝高度：除與根長無顯著相關外，其餘與根部性狀間之相關關係類似於最低分枝節位。

葉數、葉乾重：兩者皆與支根數、鬚根數、根長、根粗、主根乾重、支根乾重呈顯著正相關，與saikosaponin c、d、c+a+d的含量呈顯著負相關，與saikosaponin a則無顯著相關。

⑵三島柴胡族群於生育盛期各性狀間的相關關係，如表2所示。其中屬地上部調查性狀爲12項，地下部調查性狀爲10項，茲分項說明如下：

A. 地上部調查性狀間的相關，如表2A. 所示：

抽苔日數：與其它性狀間無顯著相關。

株高：與節數、最低分枝高度、分枝數、葉數、莖乾重、葉乾重呈顯著正相關，其餘各性狀間無顯著相關。

莖粗：與最低分枝節位、最低分枝高度呈極顯著負相關，與節數、分枝數、葉數、花果數、莖乾重、葉乾重、花果乾重呈極顯著正相關。

節數：與最低分枝節位、最低分枝高度無顯著相關，而與分枝數、葉數、花果數、莖乾重、葉乾重、花果乾重等呈顯著正相關。

最低分枝節位：與最低分枝高度呈極顯著正相關，與分枝數、葉數、花果數、莖乾重、葉乾重、花果乾重呈顯著負相關。

最低分枝高度：與分枝數、花果數、莖乾重、花果乾重呈顯著負相關；而與葉數、葉乾重無顯著相關。

其餘分枝數、葉數、花果數、莖乾重、葉乾重、花果乾重等六性狀間，則均呈極顯著正相關。

B. 地下部調查性狀間的相關，如表2B. 所示：

支根數：與鬚根數、根長、根粗、主根乾重、支根乾重呈顯著正相關，與saikosaponin a、c+a+d的含量呈顯著負相關，與saikosaponin c、d則無顯著相關。

鬚根數：與根粗、主根乾重、支根乾重呈顯著正相關，與根長及成分含量saikosaponin c、a、d、c+a+d間則無顯著相關。

根長、根粗、主根乾重、支根乾重：四者之間呈顯著正相關，且皆與saikosaponin c、a、d、c+a+d含量呈顯著負相關。

Saikosaponin c、a、d、c+a+d的含量：四者之間亦呈顯著正相關。

C. 地上部性狀與地下部性狀間的相關，如表2C. 所示：

抽苔日數：僅與根粗、主根乾重呈顯著負相關，其餘則無顯著相關。

株高：與支根數、鬚根數、根長、主根乾重呈等顯著正相關，其餘則無顯著相關。

莖粗、分枝數、葉數、莖乾重、葉乾重、花果數、花果乾重：七者皆與支根數、鬚根數、根長、根粗、主根乾重、支根乾重呈顯著正相關，而與成分含量saikosaponin c、a、d、c+a+d呈顯著負相關。

節數：與支根數、鬚根數、根粗、主根乾重、支根乾重呈顯著正相關，而與成分含量saikosaponin c、a、d、c+a+d皆無顯著相關。

最低分枝節位：與支根數、鬚根數兩性狀無顯著相關，而與根長、根粗、主根乾重、支根乾重呈顯著負相關，與成分含量saikosaponin c、a、d、c+a+d呈顯著負相關。

最低分枝高度：與根粗、主根乾重、支根乾重呈顯著負相關，其餘則無顯著相關。

二、各性狀間的綜合關係

爲瞭解柴胡族群各性狀間之綜合關係，利用調查性狀的表現型相關矩陣，進行主成分分析，求出第一、二主成分係數，本研究計分析了22個性狀。結果台農一號族群的主成分係數，由圖1可以看出，第一主成分除saiko-saponin含量、最低分枝節位與高度爲負值外，其餘則皆爲正值，其中又以主根乾重、莖粗、花果乾重、莖乾重之值較大，可視爲〝重量性狀〞；第二主成分除根長、根粗、主根乾重爲近0之負值外，其餘皆爲正值，但僅以saikosaponin含量之正值較大，稱爲〝成分產量〞。三島柴胡族群的主成分係數如圖2所示，第一主成分除

saikosaponin 含量、最低分枝節位與高度、抽苔日數爲負值外，其餘則皆爲正值，其中以主根乾重、花果乾重、花果數、莖乾重之值較大，可視爲〝重量性狀〞；第二主成分除最低分枝高度及抽苔日數爲近0之負值外，其餘皆爲正值，但僅以saikosaponin含量之正值較大，稱爲〝成分產量〞。

三、利用指標性狀進行混合選種

在田間篩選莖粗大，植株強健者，共計73株，收取種子混合種植後，調查族群各項農藝性狀及產量的分佈，第一年選拔(M1)結果如圖3所示，選拔後的族群，除了根長比原族群低外，其餘各項農藝性狀皆有提高的趨勢，茲分述如下：

㈠株高：原族群平均爲83.08公分，選拔後增加爲87.80公分，但差異不顯著。而分散程度，原族群σ＝15.25。選拔後稍低，爲σ＝13.29。

㈡莖粗：原族群平均爲0.55公分，選拔後增加爲0.68公分，差異不顯著。而分散程度原族群σ＝0.14，選拔後σ＝0.16。

㈢地上部重：原族群平均每株爲50.9公克，選拔後增加爲95公克，但差異仍不顯著。而分散程度，原族群σ＝43.5，選拔後σ＝62.8。

㈣根長：原族群平均爲9.51公分，選拔後降低爲8.11公分，但差異未達顯著水準。而分散程度由原族群σ＝3.16。降低爲σ＝1.61，達極顯著差異。

㈤根粗：原族群平均爲0.79公分，選拔後增加爲0.98公分，分散程度亦由σ＝2.00，增加至σ＝0.24，但兩者皆未達差異顯著水準。

㈥根部乾重：原族群平均2.11公克／株，選拔後增加爲3.29公克／株但差異未達顯著水準。而分散程度由原族群σ＝1.40，增加爲2.19，差異達顯著水準。

㈦粗柴胡皂素含量：選拔前後變化不大，原族群平均爲0.70％，選拔後爲0.66％。而分散程度σ分別爲0.48與0.46。

討　論

柴胡爲傳統的生藥植物，但人爲的栽培歷史尚很短，故尚具有很多野生植物的特性，而這些特性往往成爲栽培作物的缺點，但也提供了育種之遺傳資源。大橋與栗林（1973）即利用柴胡族群中個體間具有不同的抽苔時期，經四年連續選拔一年內即可抽苔的植株，很快的促使了一年生柴胡的育成。

在本試驗中，分析了各個調查性狀的表現型相關，結果兩族群地上部的生育與地下部根的生長呈顯著的正相關，且地上部的生殖生長愈旺盛者，即花及果實愈多者，根的產量亦愈多。且根據林氏（1990）證實柴胡地上部分亦具有保肝作用，可做爲次要的收穫物，而此兩種產

量呈正相關，將可增進選拔效果，同時增加兩者的產量。

性狀間的相關，不但可提供育種選拔時，對各有關性狀頻度改變的預測，及相關性狀消長情形，並可進而釐定較優的選拔策略（ Ross et al. 1985 ； Villanueva and Kennedy1 1990 ）。在進行育種選拔時，若其對象性狀不易調查，而無法於集團中鑑別時，可尋找與此性狀有密切相關之其他性狀，做爲間接選拔的對象。柴胡的主要收穫物爲地下根部，而品質的評價，除了根部的外觀之外，以藥效成分Saikosaponin含量的高低爲主要指標（有地等1979），此種根部產量，外觀及成分含量等性狀，皆不易於生育過程直接在田間辨識。由本試驗所分析的各性狀間的相關，可以看出兩族群之其他農藥性狀與根乾重、根粗間之正相關值較大而可做爲間接選拔的對象性狀的有莖粗、花果數及地上部植株各部位的重量。而與有效成分Saikosaponin含量呈正相關者，僅爲最低分枝節位，故對於高成分含量進行育種時，可考慮以最低分枝節位爲對象。

一般相關係數僅能表示兩性狀間個別之關係，在育種實施上要有效的瞭解多數目標性狀，可利用主成分分析(Principal component analysis)，來探討作物性狀間的綜合關係（上島1973 ）。本試驗以性狀間表現型相關矩陣，進行主成分分析，兩族群與根產量呈正關係者，爲花果數、花果重、莖粗、莖重、葉數及葉重，而成分含量、最低分枝節位與高度對產量有負面的影響。第二主成分則以各種Saikosaponin含量的貢獻最大，可以〝成分產量〞爲代表。

在瞭解各性狀間的相關關係後，認爲以莖粗作爲育種指標性狀，可有效改進柴胡產量。經過一年的混合選種，柴胡族群的平均產量確有明顯的增加，惟族群內單株間各產量性狀的變異仍很大，可繼續進行選拔，使柴胡族群產量提高，生育整齊，生產穩定。

誌　謝

本試試驗承中興大學農藝研究所與高雄醫學院藥材研究室師長指導，謹此致謝。

參考文獻

1. 林俊清。1990。生藥柴胡與柴胡劑。高雄醫學院。高雄。第2-28頁。

2. 劉新裕。1988。不同海拔地區對三島柴胡(Bupleurum falcatum L.)生育性狀、產量及有效成分saponin含量之影響。中華農業研究37(4):396-404。

3. 有地 滋、谿 忠人、久保道德。1979。柴胡およびサイコサポニンの研究 (3)サイコサポニを指標とした市場品柴胡の品質評價。近大醫誌4(2):235-242。

4. 堀越 司、本間尚治郎、石崎昌吾。1976a。藥用植物の栽培試驗(第6報)ミシマサイコの發芽および初期生育について。衛生試報94:163-166。

5. 堀越　司、本間尚治郎、石崎昌吾。1976b。藥用植物の栽培試驗(第7報)ミシマサイコの生育、收量について。衛生試報94:166-169。

6. 上島脩志。1973。矮性稻の特性と分類 I .節間長の相互關係を中心とする生育解析。育種學雜誌 23:1-6。

7. 大橋　裕、栗林登喜子。1967。宮崎および靜岡縣產ミシマサイコ　の比較栽培。生藥學雜誌21(1):70-72。

8. 大橋　裕、栗林登喜子。1973。一年生ミシマサイコ育成の試み(予報)。生藥學雜誌27(1):41-43。

9. 霜川由志子、大橋 裕。1980。ミシマサイコの栽培と育種(第5報) 年生、根の大きさとSaikosaponin 含量の關係。生藥學雜誌34(3):235-238。

10. 霜川由志子、奧田生世、桑野美都子、大橋 裕。1980。ミシマサイコの栽培と育種(第6報)ミシマサイコの地理的變異。生藥學雜誌34(3):239-244。

11. Johnson, R.A. and D.W. Wichern 1988. Applied multivariate statistical analysis. 2nd edit. pp.340-377. Prentice-Hall, New Jersey.

12. Ross, W.M., J.W. Maranville, G.H. Hookstra and K.D. Kofoid 1985. Divergent mass selection for grain protein in sorghum. Crop Sci. 25:279-282.

13. Tani, T., T. Katsuki, M. Kubo and S. Arichi 1986. Histo-chemistry (IX) Distribution of saikosaponins in Bupleurum falcatum root. J.Chromatogr.360:407-416.

14. Tani, T., T. Katsuki, M. Kubo, Y. Okazaki and S. Arichi 1987. Histomchemistry (XI) Histological and chemical cha-racteristics of bolting and non-bolting roots of cultivated Bupleurum falcatum L.. Chem.Pharm.Bull. 35(11):4530-4536.

15. Tani, T., T. Katsuki and S. Arichi 1988. Histochemistry (XII) Morphological, histological and chemical evaluation of Bupleurum falcatum L. cultivated at eighteen producing districts in Japan. J. Medical and Pharmaceutical Society for WAKAN-YAKU. 5:13-20.

16. Villanueva, B. and B.W. Kennedy 1990. Effect of selection on genetic parameters of correlated traits. Theor. Appl. Genet. 80:746-752.

Table 1. Correlations among the 22 traits in B. falcatum cv. TARI No.1 population at 8 month after sowing.

A. Correlations among the traits of plant aerial parts

	PH	SW	NN	FBN	FBP	BN	LN	FFN	SDW	LDW	FDW
BD	-0.046	0.084	0.121	-0.036	-0.050	0.150*	0.164*	0.149*	0.119	0.147*	0.110
PH		-0.014	0.210*	0.118	0.404**	0.035	0.169*	0.121	0.196*	0.280**	0.090
SW			0.452**	-0.435**	-0.456**	0.609**	0.474**	0.680**	0.710**	0.512**	0.785**
NN				-0.068	-0.144*	0.681**	0.264**	0.385**	0.483**	0.290**	0.430**
FBN					0.763**	-0.612**	-0.233**	-0.400**	-0.347**	-0.257**	-0.408**
FBP						-0.493**	-0.166*	-0.354**	-0.251**	-0.101	-0.398**
BN							0.344**	0.537**	0.604**	0.395**	0.603**
LN								0.828**	0.711**	0.884**	0.638**
FFN									0.866**	0.726**	0.855**
SDW										0.670**	0.843**
LDW											0.607**

B. Correlations among the traits of plant root parts

	FRN	RL	RW	MRDW	BRDW	SC%	SA%	SD%	SCAD%
BRN	0.475**	0.169*	0.453**	0.520**	0.527**	-0.238**	-0.069	-0.162*	-0.173*
FRN		-0.119	0.216*	0.260**	0.372**	0.044	0.076	0.022	0.061
RL			0.211*	0.214*	0.121	-0.270**	0.145*	-0.185*	-0.085
RW				0.743**	0.625**	-0.364**	-0.256**	-0.382**	-0.391**
MRDW					0.656**	-0.426**	-0.240**	-0.422**	-0.418**
BRDW						-0.228**	-0.080	-0.200*	-0.189*
SC%							0.456**	0.614**	0.785**
SA%								0.528**	0.849**
SD%									0.843**

C. Correlations among the traits of plant aerial parts and root parts

	BRN	FRN	RL	RW	MRDW	BRDW	SC%	SA%	SD%	SCAD%
BD	0.075	-0.041	-0.003	0.050	0.109	0.144*	-0.047	-0.053	-0.058	-0.063
PH	0.100	0.119	0.281**	0.107	0.158*	0.027	-0.065	0.073	-0.074	-0.012
SW	0.561**	0.272**	0.171*	0.741**	0.796**	0.710**	-0.369**	-0.238**	-0.292**	-0.349**
NN	0.354**	0.201*	0.007	0.387**	0.423**	0.373**	-0.206*	-0.157*	-0.189*	-0.217*
FBN	-0.341**	-0.198*	-0.150*	-0.358**	-0.412**	-0.384**	0.178*	0.180*	0.227*	0.233**
FBP	-0.320**	-0.194*	-0.015	-0.329**	-0.345**	-0.329**	0.219*	0.192*	0.145*	0.221*
BN	0.478**	0.276**	0.053	0.526**	0.549**	0.505**	-0.248**	-0.218*	-0.268**	-0.290**
LN	0.321**	0.174*	0.170*	0.424**	0.460**	0.498**	-0.216*	-0.073	-0.168*	-0.171*
FFN	0.476**	0.198*	0.204*	0.584**	0.676**	0.578**	-0.326**	-0.212*	-0.296**	-0.324**
SDW	0.539**	0.273**	0.136	0.655**	0.721**	0.658**	-0.308**	-0.253**	-0.279**	-0.332**
LDW	0.329**	0.220*	0.158*	0.499**	0.528**	0.579**	-0.192*	-0.087	-0.177*	-0.173*
FDW	0.521**	0.299**	0.200*	0.663**	0.757**	0.674**	-0.368**	-0.231**	-0.309**	-0.352**

* and ** denote significance at 1% and 5% level, respectively.

trait symbols: see the material and method.

Table 2. Correlations among the 22 traits in B. falcatum population at 8 month after sowing.

A. Correlations among the traits of plant aerial parts

	PH	SW	NN	FBN	FBP	BN	LN	FFN	SDW	LDW	FDW
BD	-0.013	-0.015	0.092	-0.103	-0.001	0.138	0.029	-0.071	-0.067	0.029	-0.097
PH		0.032	0.187*	0.014	0.363**	0.147*	0.278**	0.081	0.248**	0.289**	0.003
SW			0.464**	-0.303**	-0.380**	0.546**	0.421**	0.638**	0.655**	0.384**	0.636**
NN				0.107	-0.041	0.669**	0.333**	0.407**	0.391**	0.260**	0.387**
FBN					0.678**	-0.430**	-0.238**	-0.291**	-0.310**	-0.160*	-0.265**
FBP						-0.314**	-0.118	-0.341**	-0.270**	0.003	-0.345**
BN							0.400**	0.480**	0.457**	0.304**	0.423**
LN								0.637**	0.749**	0.749**	0.488**
FFN									0.871**	0.467**	0.874**
SDW										0.656**	0.837**
LDW											0.387**

B. Correlations among the traits of plant root parts

	FRN	RL	RW	MRDW	BRDW	SC%	SA%	SD%	SCAD%
BRN	0.248**	0.446**	0.348**	0.249**	0.231**	-0.113	-0.160*	-0.130	-0.154*
FRN		0.135	0.360**	0.384**	0.493**	-0.025	-0.056	-0.049	-0.050
RL			0.365**	0.400**	0.342**	-0.220*	-0.176*	-0.201*	-0.220*
RW				0.711**	0.646**	-0.277**	-0.324**	-0.337**	-0.351**
MRDW					0.664**	-0.318**	-0.272**	-0.368**	-0.350**
BRDW						-0.189*	-0.220*	-0.271**	-0.252**
SC%							0.647**	0.759**	0.880**
SA%								0.671**	0.903**
SD%									0.884**

C. Correlations among the traits of plant aerial parts and root parts

	BRN	FRN	RL	RW	MRDW	BRDW	SC%	SA%	SD%	SCAD%
BD	0.009	-0.072	0.037	-0.139*	-0.175*	-0.056	-0.016	-0.117	-0.050	-0.077
PH	0.346**	0.206*	0.245**	0.119	0.128	0.197*	-0.077	-0.098	-0.071	-0.095
SW	0.361**	0.406**	0.339**	0.545**	0.591**	0.449**	-0.185*	-0.205*	-0.200*	-0.222*
NN	0.312**	0.279**	0.216*	0.292**	0.290**	0.212*	-0.069	-0.063	-0.058	-0.071
FBN	-0.062	-0.064	-0.272**	-0.264**	-0.311**	-0.295**	0.283**	0.282**	0.201*	0.292**
FBP	0.027	-0.081	-0.091	-0.160*	-0.288**	-0.201*	0.042	0.080	0.046	0.066
BN	0.335**	0.277**	0.322**	0.383**	0.333**	0.306**	-0.243**	-0.257**	-0.174*	-0.258**
LN	0.336**	0.195*	0.500**	0.372**	0.500**	0.468**	-0.187*	-0.176*	-0.247**	-0.223*
FFN	0.325**	0.271**	0.344**	0.494**	0.624**	0.520**	-0.205*	-0.235**	-0.286**	-0.270**
SDW	0.307**	0.344**	0.422**	0.564**	0.719**	0.662**	-0.243**	-0.268**	-0.312**	-0.306**
LDW	0.374**	0.262**	0.403**	0.508**	0.571**	0.582**	-0.192*	-0.183*	-0.243**	-0.226*
FDW	0.234**	0.291**	0.309**	0.516**	0.663**	0.578**	-0.208*	-0.231**	-0.276**	-0.265**

* and ** denote significance at 1% and 5% level, respectively.

trait symbols: see the material and method.

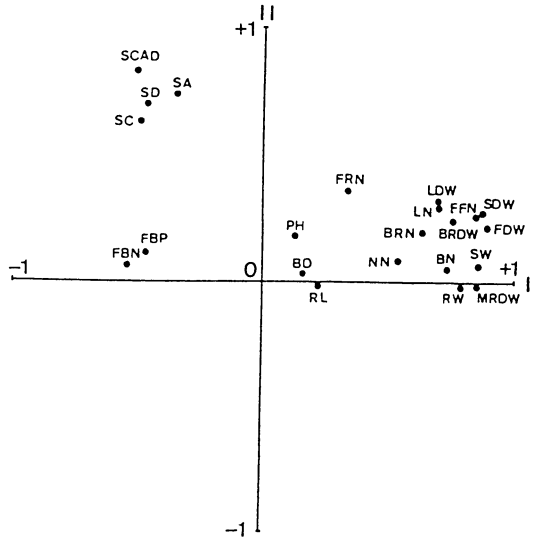


Fig.1. 22 traits scattered in the plane difined by the first two principal factors with Varimax rotatipn for the whole plants of B. falcatum cv. TARI No.1 at the 8th month.
trait symbols: see the material and method.

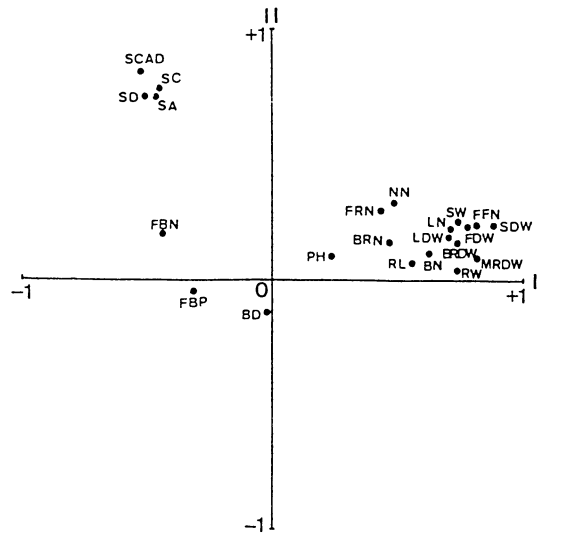


Fig.2. 22 traits scattered in the plane difined by the first two principal factors with Varimax rotation for the whole plants of B. falcatum at the 8th month.
trait symbols: see the material and method.

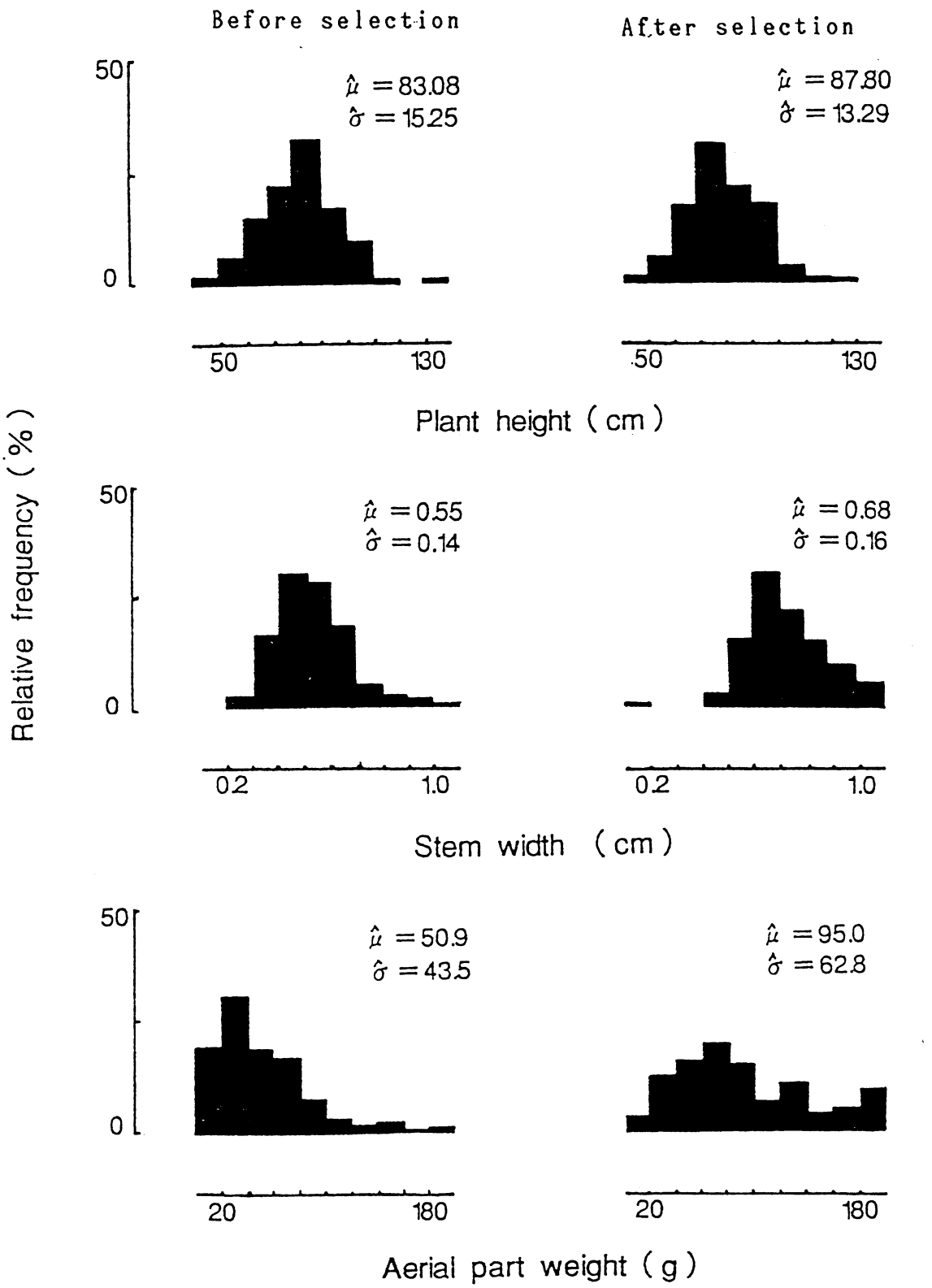


Fig.3. Frequency distribution of agronomic characteristics and yields for Bupleurum falcatum L. populations in selection before and after.

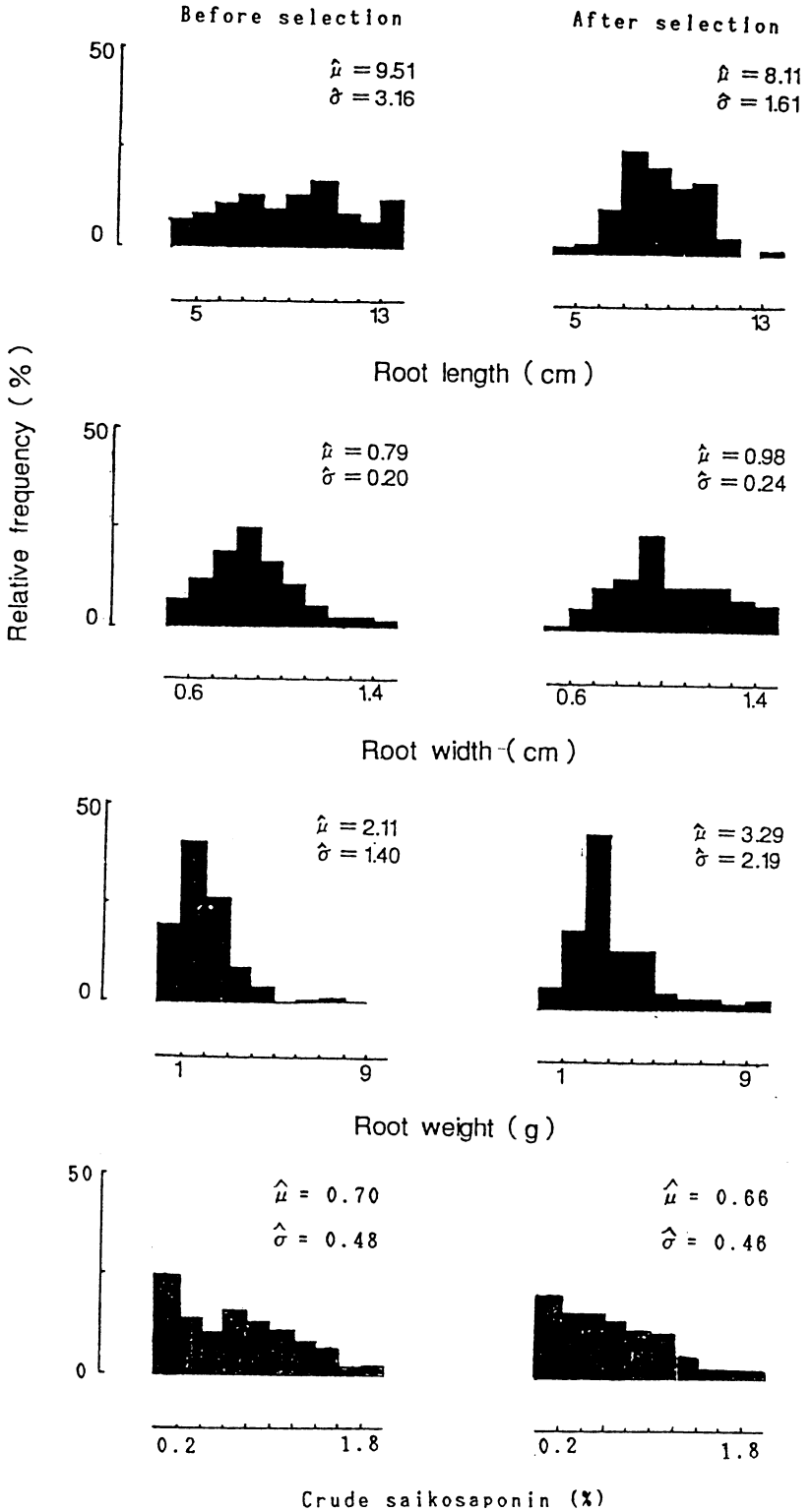


Fig.3. Continued.

Screening and utilization of breeding indicators in Bupleurum falcatum L.

Chiou-Lan Huang and Neng-Cheng Kuo

Abstract

1.The screening for selective indicators in buplever

This screening practice was employed for the purpose of the improvement in breeding efficiency.Both buplever populations, one introduced from Japan and the other Tailung No.1 variety, were sown in Oct. 1989 as materials for selection.The random sampling surveys for agronomic characteristics,including most yielding components and saikosaponin contents in roots were conducted during the growth stage ofluxuriant vegetation in the 8th month after sowing. Analyzing the data of measured characteristics, it was found that all evaluated yields of plant aerial parts were almost positively correlated with the counterpart root yields.Among them,the characteristic of main stem width was suggested to be a feasible selective indicator for high-yield root selection due to its highest correlation with the root yield. On the contrary, saikosaponin content,the identified medicinal effective ingredient in plant, showed negative correlation with those mentioned yielding components ,except the trait of height fromground to the lowest node in stem,having positive correationwith saikosapoin content, was determined to be the other alternative indicator for selectining high saponin plants.

2.Mass selection performance by selective indicator in high-yielding roots breeding program

Following the result of indicator screening, the recommended trait-main stem width was utilized to conduct in mass selection as selective indicator to improve root yield. As one year ran,determing from the statistical figures of frequence distribution ,the selected population (M1) yield moved rightward compared to the original population, means a positive root-yield improvement,and then reduced frequence of lower-yield plants concurrently.

The gains followed this experiment showed that the aerial-part weight per plant raised up to a average of 95g compared to the original population with 50.9g,and still had large dispersion with σ =62.8. As to the crucial root yield,also somewhate increased in selected population with 3.29g per plant,more than the original one with 2.11g,the maintaining large dispersion due to σ =2.19 implyed the potential for further improvement

key words : buplever, indicator, mass selection.