

稻米香味檢定方法之研究¹

劉 瑋 婷²

摘 要

為開發不同之香味檢定方法，並探究其準確性及效率，以供育種選拔之參考，於73年二期作及74年一期作分別採用18個及15個香米品種系，以4種葉片檢定法，3種米粒檢定法及6種粉末檢定法進行本試驗，所得之香味級數與傳統之米飯檢定法級數求其相關。試驗結果以1.7%氫氧化鉀溶液，浸漬葉片10分鐘之方法效果最佳，並可在收穫前測定其香味，增加香米育種材料的篩選效率。米粒咀嚼法之效果亦佳，可做為收穫後複選之用。葉片熱水浴法及粉末檢定法無法正確檢定香味。

前 言

稻米就其香味之有無可分為香米(Aromatic rice或Scented rice)與一般稻米兩種，前者因煮成之米飯具有獨特之香味，而廣受消費者的喜愛，其市價也高於一般稻米^(4, 21)，故被視為一種奢侈品，每年為香米輸出國如巴基斯坦賺取巨額外匯⁽¹⁶⁾。香米除其香味受人歡迎外，其所含之人體必需胺基酸(Essential amino acid)亦高於一般稻米⁽²⁶⁾，具有營養價值。惟其栽培面積多侷限於少數地區而生產量亦有限，故在經濟上之地位遠遜於一般稻米，因此香稻品種改良工作一直未受重視，致目前栽培之香稻多採用未經改良之所謂傳統品種(Traditional varieties)，惟傳統品種之農藝性狀多不理想，產量偏低⁽⁵⁾，造成目前香米供不應求的現象。

近年來，由於農業生產結構的轉變，國民生活水準的提高，對良質米的需求日趨殷切；稻米之香味既為決定米質的因素之一，故香米之育種改良工作有加強辦理的必要，再者，香米之獨有香味也可能刺激國人對稻米之消費，對紓解目前台灣稻米生產過剩的現象，將有所幫助。然在香米的選育過程中，香味的檢定是一項最重要的工作，其檢定結果的準確度與效率，影響育種工作的成敗甚鉅。目前檢定方法係以煮熟之米飯香味為對象^(1, 19)，較費時費力，而且無法在收穫前對田間農藝性狀加以選拔，嚴重影響篩選效率。而目前研究稻米香味之遺傳行為的報告，所得的結果極不一致，有一對^(13, 21)，二對^(3, 18, 28)，三對^(21, 23)與四對⁽¹⁷⁾基因控制香味之說，除需進一步的求證外，檢定方法之準確性也可能影響其結果。根據Sonnior之報告，香米品種除米飯外，糙米、白米、米糠、穀殼、莖、葉、花等亦能發出香味⁽²⁷⁾，故除了米飯可做為檢定之材料外，稻株之其他部份應可利用為檢定香味之用。因此，為建立一有效而實用，省時省力，並提高香米雜交後代之篩選效率之方法，應積極開發新的檢定途徑，使香米之育種改良達事半功倍之效。

本研究的目的即在於明瞭不同檢定方法之準確度及其可行性，期能在收穫前測出雜交後裔的香味，而在田間即可淘汰沒有香味或農藝性狀欠佳之個體與系統，並可分析香味基因在遺傳上之作用行為，進而有助於香米育種工作之進行，藉以改善目前香稻之品質與產量。

材料與方法

1. 花蓮區農業改良場研究報告第12號。本試驗部份經費承農業委員會補助(74農建-4.1-糧-23)。
2. 作物改良課助理。

本試驗於73年2期作及74年1期作在本場進行。試驗材料73年2期作就本場保存之18個品種(系)進行檢定,即:光復香糯,南華香糯,本場香糯(來源皆採自花蓮縣山地鄉阿美族部落之本地種⁽²⁾),宮香,古2986,香米70, Kabasico, 白玉, 借錢切, Kalasu, 邊路寄(來源皆自日本), Azucena, Milfor, IR5105, IR841, (來源皆自菲律賓), Della(來自美國), 嘉農秈育43號, 嘉農育269號(新育成品種)。74年1期則有15個香稻品種(系)進行檢定,即除了借錢切, 邊路寄, kalasu外,其餘與上期作同。兩期作皆以台農67號做為無味之對照。採用4種葉片, 3種米粒及6種粉末之香味檢定法,各檢定方法詳述如下:

一、葉片香味檢定法:

L 1:取生 中後期之植株第二葉片(即劍葉下第一葉),切成0.3公分長,取3公克置50毫升之廣口玻璃瓶中,加20毫升之1.7%氫氧化鉀溶液(KOH solution),加蓋浸漬10分鐘後,取蓋聞其香味⁽²⁴⁾。

L 2:同L 1法取葉片樣本3公克,置廣口玻璃瓶中,加20毫升之2.7% KOH 溶液,加蓋浸漬20分鐘後,取蓋聞其香味⁽⁸⁾。

L 3:同L 1法取葉片樣本3公克,置於30毫升之試管中,加蒸餾水蓋住葉片,以錫箔紙封口,放入50°C之恆溫水槽中加熱10分鐘,取封蓋聞其香味⁽²⁸⁾。

L 4:同L 1法取葉片樣本3公克,置於30毫升之試管中,以錫箔紙封口,置50°C之恆溫箱中加熱10分鐘後,取封蓋聞其香味⁽²⁸⁾。

二、米粒香味檢定法:(樣本之穀粒水份含量約在14.5~15%)

G 1:即傳統之香味檢定法。取無胚之白米1公克,置30毫升之試管中,加蒸餾水20毫升,以錫箔紙封口,放入沸水中蒸煮10分鐘,取出待涼後取蓋聞其香味⁽¹⁹⁾。

G 2:取糙米數粒咀嚼之,聞其香味^(17,25)。

G 3:取白米數粒咀嚼之,聞其香味^(17,25)。

三、粉末香味檢定法:粉末皆由米粒經本省製之神奇牌之粉碎機研磨至粉狀,收集之。

B 1:取糙米粉末1公克置廣口玻璃瓶中,靜置10分鐘後,取蓋聞其香味。

B 2:取糙米粉1公克置廣口玻璃瓶中,加蒸餾水20毫升,10分鐘後取蓋聞其香味。

B 3:取糙米粉末1公克置廣口玻璃瓶中,加1.7% KOH 溶液20毫升,10分鐘後取蓋聞其香味。

M 1:取白米粉末1公克置廣口玻璃瓶中,靜置10分鐘後,取蓋聞其香味。

M 2:取白米粉末1公克置廣口玻璃瓶中,加蒸餾水20毫升,10分鐘後取蓋聞其香味。

M 3:取白米粉末1公克置廣口玻璃瓶中,加1.7% KOH 溶液20毫升,10分鐘後取蓋聞其香味。

香味之有無、濃淡,共分0, 1, 2, 3等4級記載,0為無味,1為味淡,2為味中,3為味濃。香味檢定皆於30分鐘內結束,由5人以上之固定評審人行之,每種方法重覆4次,求其平均值。根據檢定所得結果,估算各方法間之相關係數。

結 果

一、不同香味檢定方法之結果:

73年2期作及74年1期作所進行13種不同之檢定方法,所得之香味級數見表1及表2。香味之濃淡及其良否,各品種間有極大的差異^(5,8,10),香味之組成係由揮發性化合物所產生,故其強弱易受氣象因素⁽¹⁰⁾,地質,水質的影響^(5,10),且發出香味之部位亦因品種而異⁽⁵⁾,以致兩期作之結果及不同檢定方法之間之香味級數並不完全一致。一般而言,原產地來自日本之香粳稻之香味均有較低之趨勢,而選自花蓮縣山地部落之香秈糯,即光復香糯,南華香糯,本場香糯,來自菲律賓之香秈稻,即 Azucena, Milfor, 及本省新育成之秈稻新品系嘉農秈育43號,粳稻新品系嘉農育269號等,其香味級數均較高,此或者與稻型之不同及不同民族之需求有關。就檢定的方法而言,粉末香味檢定法(B1, B2, B3, M1, M2, M3)之級數數值均偏低,似較無利用價值;而葉片檢定法所得之級數值與傳統之米粒香味檢定法相

差不遠，並能在收穫前即得知結果，應較有利用之價值。

表1：73年2期作不同香味檢定方法之級數*
Table 1.: Aromatic ratings * of different testing methods at 2nd crop, 1984.

香稻品種(系) Aromatic rice varieties or strains	檢定方法** Testing methods**												
	L1	L2	L3	L4	G1	G2	G3	B1	B2	B3	M1	M2	M3
光復香糯 Kuanfu Hsiantao	1.59	1.80	0.21	1.12	2.29	2.29	2.29	1.87	1.67	1.17	1.88	1.67	1.79
南華香糯 Nan hwa Hsiantao	1.17	1.57	0.08	0.79	1.08	1.38	0.79	1.42	0.96	1.00	0.71	1.09	0.67
本場香糯 Hualien DAIS Hsiantao	1.84	1.78	0.63	1.56	1.17	1.12	1.34	1.54	1.21	1.13	0.96	1.29	1.25
宮香 Miyakaori	1.42	0.94	1.17	0.04	1.63	1.58	1.17	1.34	0.92	1.29	0.96	1.08	1.42
古2986 Furu 2986	1.17	1.05	0.08	0.42	1.38	1.54	0.75	1.04	0.71	0.96	0.50	0.79	1.00
香米70 Kaorimai 70	1.25	0.97	0.08	0.62	0.92	1.29	1.17	1.08	0.92	0.75	0.83	0.75	1.08
カバシコ Kabasicco	1.25	0.97	0.13	0.46	0.83	0.58	0.46	1.17	0.92	0.75	0.75	0.54	0.67
白玉 Hakugyoku	1.46	1.05	0.29	0.67	1.04	0.83	0.33	0.79	0.63	0.96	0.29	0.71	0.88
借錢切 Syakusengiri	0.90	0.84	0.29	0.25	0.88	0.67	0.42	1.0	0.5	0.79	0.5	0.63	0.63
邊路寄 Hendoyori	1.54	0.99	0.09	0.50	1.13	0.87	0.33	0.75	0.62	1.13	0.67	1.17	0.79
Azucena	1.60	1.04	0.67	0.84	1.58	2.29	1.67	1.96	1.92	1.67	2.29	1.92	1.62
Milfor	1.54	1.52	0.67	0.67	1.08	1.62	1.08	1.38	1.21	1.04	1.42	1.13	0.88
Della	1.34	1.06	0.04	0.46	1.17	1.33	1.38	0.92	0.83	0.83	0.92	0.92	1.21
IR 5105	1.00	0.93	0.25	0.79	0.71	0.79	1.04	1.63	0.59	0.83	1.04	0.84	0.96
IR 841	0.92	0.93	0.25	0.50	1.42	1.63	1.13	1.00	0.75	0.83	1.33	1.09	1.33
Kalasu	1.13	0.88	0.15	0.46	1.67	1.71	1.25	0.96	1.00	1.50	1.00	0.88	1.80
嘉農和育43號 CNSY 43	1.38	0.94	0.79	1.42	2.00	1.75	2.00	1.00	1.17	1.00	1.08	1.09	0.83
嘉農育269號 CNY 269	1.47	1.08	0.29	1.13	2.25	2.13	2.09	1.3	1.04	1.17	1.21	1.34	1.04

*香味級數： 0 = 無味，1 = 味淡，2 = 味中，3 = 味濃。

Aroma rating: 0 = no aroma, 1 = weak aroma, 2 = medium aroma, 3 = aroma strongest.

**檢定方法：見本文。

Testing method: see the text.

表2：74年1期作不同香味檢定方法之級數*

Table 2: Aromatic ratings* of different testing methods at 1st crop, 1985.

香稻品種(系) Aromatic rice varieties or strains	檢定方法** Testing methods**												
	L1	L2	L3	L4	G1	G2	G3	B1	B2	B3	M1	M2	M3
光復香糯 Kuanfu Hsiantao	1.65	1.75	0.30	1.75	1.20	2.20	2.20	1.10	1.00	1.20	0.80	1.10	1.10
南華香糯 Nan hwa Hsiantao	1.60	1.65	0.50	1.35	1.40	1.30	1.40	1.10	0.70	1.00	1.00	0.80	1.00
本場香糯 Hualien DAIS Hsiantao	1.60	1.50	0.30	1.00	1.20	1.20	1.30	1.30	0.70	0.80	0.60	1.00	0.80
宮香 Miyakaori	1.40	1.00	0.20	0.70	1.20	0.80	0.40	1.30	0.30	0.30	1.00	0.70	0.30
古 2986 Furu 2986	1.20	1.40	0.30	0.70	0.60	0.60	0.40	0.50	0.30	0.10	0.60	0.60	0.20
香米 70 Kaorimai 70	1.40	1.20	0.40	0.60	0.60	0.40	0.40	0.80	0.60	0.30	0.60	0.50	1.00
カバシコ Kabasio	1.55	1.00	0.30	0.95	1.00	0.40	0.30	0.70	0.10	0.60	0.60	0.20	0.50
白玉 Hakugyoku	1.30	1.30	0.25	1.20	1.00	0.50	0.50	1.10	0.70	0.90	0.40	0.20	0.20
Azucena	1.75	2.05	0.85	1.45	1.40	1.20	1.30	0.90	0.80	0.60	0.70	1.00	0.30
Milfor	1.60	1.90	1.60	1.65	1.20	1.40	1.60	0.80	0.60	0.80	0.20	1.10	0.70
Della	1.30	1.45	0.65	0.70	0.60	1.30	0.90	0.80	0.60	0.40	0.50	0.60	0.40
IR 5105	1.25	1.45	0.50	1.10	0.60	0.70	0.50	0.10	0.30	0.40	0.30	0.80	0.80
IR 841	0.85	1.05	0.25	0.45	0.40	0.60	0.20	0.30	0.40	0.30	0.60	0.20	0.30
嘉農秈育 43 號 CNSY 43	1.70	1.80	1.20	2.10	1.20	0.90	1.00	0.10	0.70	0.60	1.10	0.70	0.60
嘉農育 269 號 CNY 269	1.30	1.65	0.60	1.05	0.60	1.00	1.10	0.70	0.50	0.90	1.00	1.00	0.90

三不同香味檢定方法之間的相關係數：

不同香味檢定法相互間之相關係數示於表 3 及表 4。綜合兩期作之結果，葉片檢定法中之 L 3 熱水浴處理法幾與其他處理法都無相關，顯示此法不具準確性。而 L 1 之 1.7% 氫氧化鉀溶液，浸漬 10 分鐘、L 2 之 2.7% 氫氧化鉀溶液浸漬 20 分鐘及 L 4 之加熱法都與 G 1 傳統之米飯檢定法之間達顯着之相關；尤以 L 1 效果為最佳（73 年 2 期作之 $r = 0.611^{**}$ ，74 年 1 期作之 $r = 0.860^{**}$ ），並能比傳統法在更早即測出稻株之香味。L 2 法中之 2.7% 氫氧化鉀溶液的濃度較 L 1 之 1.7% 為高，雖有助於葉片中香味之溶出，但是也可能同時增加葉綠素之溶解量，而造成干擾⁽¹²⁾（73 年 2 期作之 $r = 0.475^*$ ，74 年 1 期作之 $r = 0.486^{\circ}$ ）。L 4 法效果亦佳（73 年 2 期作之 $r = 0.517^*$ ，74 年 1 期作之 $r = 0.676^{**}$ ），但手續較繁鎖，散發香味的時間較短，不如 L 1 法之易控制，可做為輔助方法。

米粒香味檢定法之 G 2 咀嚼糙米法及 G 3 之咀嚼白米法，與 G 1 之相關係數均極高（73 年 1 期作之 $r = 0.893^{**}$ ，0.845^{**}，74 年 1 期作 $r = 0.480$ ，0.597^{**}），然僅能在收穫後行檢定，但較 G 1 法省時省力，皆可替代傳統之檢定法，做為收穫後複選之用。

粉末香味檢定法之結果其香味級數之數值偏低，且綜合兩期作之相關係數，極不穩定，其法之手續亦較繁複，且在磨粉過程中香味容易逸散消失，故此類方法不適用於香味檢定。

表 3. 73 年 2 期作不同香味檢定方法間之相關係數

Table 3. Correlation coefficients between different aromatic testing methods at 2nd crop, 1984.

檢定方法 Testing method	L1	L2	L3	L4	G1	G2	G3	B1	B2	B3	M1	M2
L2	0.786 ^{**}											
L3	0.440	0.207										
L4	0.615 ^{**}	0.646 ^{**}	0.228									
G1	0.611 ^{**}	0.475 [*]	0.367	0.517 [*]								
G2	0.856 ^{**}	0.520 [*]	0.366	0.462 [*]	0.893 ^{**}							
G3	0.532 [*]	0.486 [*]	0.370	0.670 ^{**}	0.845 ^{**}	0.862 ^{**}						
B1	0.665 ^{**}	0.734 ^{**}	0.405	0.537 [*]	0.515 [*]	0.651 ^{**}	0.636 ^{**}					
B2	0.738 ^{**}	0.669 ^{**}	0.437	0.602 ^{**}	0.690 ^{**}	0.824 ^{**}	0.768 ^{**}	0.822 ^{**}				
B3	0.759 ^{**}	0.526 [*]	0.468 [*]	0.379	0.716 ^{**}	0.756 ^{**}	0.552 [*]	0.678 ^{**}	0.764 ^{**}			
M1	0.539 [*]	0.487 [*]	0.398	0.458 [*]	0.636 ^{**}	0.816 ^{**}	0.776 ^{**}	0.798 ^{**}	0.889 ^{**}	0.673 ^{**}		
M2	0.761 ^{**}	0.672 ^{**}	0.425	0.596 ^{**}	0.746 ^{**}	0.842 ^{**}	0.745 ^{**}	0.802 ^{**}	0.880 ^{**}	0.816 ^{**}	0.875 ^{**}	
M3	0.576 ^{**}	0.476 [*]	0.293	0.281	0.704 ^{**}	0.772 ^{**}	0.680 ^{**}	0.630 ^{**}	0.786 ^{**}	0.786 ^{**}	0.726 ^{**}	0.711 ^{**}

*, ** 分別為 5%，1% 顯著水準。

*, ** Significantly different at 5% and 1% levels, respectively.

表 4 74 年 1 期作不同香味檢定方法間之相關係數

Table 4. Correlation coefficients between different aromatic testing methods at 1st crop, 1985.

檢定方法 Testing method	L1	L2	L3	L4	G1	G2	G3	B1	B2	B3	M1	M2
L2	0.617 ^{**}											
L3	0.479	0.740 ^{**}										
L4	0.741 ^{**}	0.773 ^{**}	0.671 ^{**}									
G1	0.860 ^{**}	0.486	0.292	0.676 ^{**}								
G2	0.500	0.665 ^{**}	0.261	0.550 [*]	0.480							
G3	0.664 ^{**}	0.799 ^{**}	0.393	0.705 ^{**}	0.597 [*]	0.941 ^{**}						
B1	0.367	-0.016	-0.374	-0.056	0.537 [*]	0.368	0.368					
B2	0.509	0.684 ^{**}	0.302	0.590 [*]	0.481	0.713 ^{**}	0.783 ^{**}	0.368				
B3	0.533 [*]	0.504	0.128	0.647 ^{**}	0.566 [*]	0.648 ^{**}	0.777 ^{**}	0.443	0.647 ^{**}			
M1	0.270	0.080	0.039	0.208	0.305	0.156	0.160	0.120	0.165	0.175		
M2	0.563 [*]	0.774 ^{**}	0.434	0.522 [*]	0.446	0.761 ^{**}	0.815 ^{**}	0.237	0.504	0.443	0.158	
M3	0.367	0.306	0.010	0.322	0.136	0.461	0.562 [*]	0.166	0.380	0.541 [*]	0.188	0.527 [*]

*, ** 分別為 5%，1% 顯著水準。

*, ** Significantly different at 5% and 1% levels, respectively.

討 論

香米之香味雖然已知多由 Carbonyl 化合物所產生^(6, 7, 9, 14, 22, 29)，惟其真正成份仍欠明瞭⁽¹⁰⁾。Obatta and Tanaka 報告香味之成分為 hydrogen sulfide, ammonia, carbon dioxide 與 acetaldehyde 等四種⁽²²⁾；而 Yasumatsu et al. 認為 acetaldehyde, n-carporaldehyde, propionaldehyde (或 acetone), methylethyl ketone 與 n-valeraldehyde 等 5 種 Carbonyl 化合物為香味之成分⁽²⁹⁾；綾野與古橋則認為由 methyl-n-butyl ketone 而產生⁽⁹⁾；林及華表亦報告在香米中 acetaldehyde, acetone, n-valeraldehyde 等化合物含量較一般稻米為高，由此推測此等化合物應與香米之香味有關之 Carbonyl 化合物 ethylene, acetaldehyde, propionaldehyde, acetone, formaldehyde, n-butyraldehyde, methylethyl ketone, valeraldehyde, methylpropyl ketone, carponaldehyde 與 methyl-n-butyl ketone 等 11 種^(7, 8)，而 Buttery et al. 認為 2-Acetyl-1-pyrroline 為香味之主要成分⁽¹⁴⁾，由此可見其組成分極為複雜，有待進一步之分析闡明。

以爲人嗅覺之測定香味的方法，難免因嗅覺疲勞，個人之敏感性，愛惡不同而失之客觀，當以化學儀器做定性定量之測定，較為準確可信，國外曾利用氣體色層分析儀 (Gas Chromatography, GC) 及薄層色層分析儀 (Thin-layer Chromatography, TLC)，然效果均不佳⁽¹¹⁾，故現仍以人爲之嗅覺來測定爲主^(3, 6, 19, 23, 24, 25, 28)，香味檢定在應用上之主要用途在鑑別雜交後代之個體及系統具有香味與否，故以有聞香經驗的人選來評定，其結果應可信任。目前新開發之葉片香味檢定法具有較多優點，除手續簡便外，其可在稻株生育中期即可測定葉片之香味，進而在田間選拔有香味及具優良農藝性狀之個體與系統。目前雖已知香味是由遺傳基因所控制，根據前人研究，香稻與非香稻雜交之 F_2 集團中，有香味及無香味之化例有 3:1^(21, 24)，1:3⁽¹³⁾，9:7⁽²⁴⁾，3:13⁽¹⁵⁾，15:1^(1, 3, 18)，27:37⁽²³⁾ 及 81:175⁽¹⁷⁾ 等不同的結論，如此不一致可能受花粉直感 (Xenia) 的影響⁽¹³⁾，含異質染色體之 F_1 種子，其 F_2 仍在分離，故檢定 F_2 種子之香味分離比的結果，易受胚乳 3N 染色體之影響。故以葉片 (2N) 做爲檢定之材料以明瞭不同香米品種之遺傳行爲似較米飯檢定法可行，此法也便於育種人員融合不同品種之香味基因於一體，以育成具有優良香味之品種。

台灣之香米育種工作已初步有成^(1, 3)，目前已選出優良之新品系，惟有待改進之處仍多；香米之葉片香味檢定方法既可替代傳統之米飯檢定法，提早香味選拔時間，省時省力，必能對目前香米育種有所裨益，進而育出產量高，香味優，農藝性狀亦佳之新品種，則台灣之香米栽培可望在不久之將來成爲事實。屆時國人將可享用美味可口的香米，稻米生產過剩之問題亦將獲得部份之解決，並使農業升級，達到米質高級化，精緻化之境界。

參 考 文 獻

1. 張萬來，1983，台灣之香米育種與展望，台灣農業 19 (2): 51—63。
2. 張萬來，1985，台灣本地種香稻之發現及其對今後水稻育種之影響，農情週訊 12: 14—17。
3. 張萬來，鄭明欽，劉緯婷，1985，稻米香味之遺傳與育種，花蓮區農業改良場研究彙報 1: 1—16。
4. 國際貿易局，1985，亞洲部份國家稻米貿易，美國農業部 1984 年 12 月 油印本 369。
5. 近藤日出男，1973，香米之來歷與栽培上之特性，農業及園藝 8 (5): 665—668。
6. 林喜三郎，華表一夫，1974，香稻之揮發性 Carbonyl 化合物，育種學雜誌 24、別冊 1、162—163。
7. 綾榮治，森永邦久、志田庄二郎、檀上勉、下川敬之，1976，香米有關特性之研究，第二報，薄層及氣相層析法同定香味之成分，宮崎大學農學部研究報告 22(2) 179—183。
8. 綾榮治，森永邦久、志田庄二郎，1977，香米有關特性之研究，第三報，炊飯時之 Carbonyl 化合物含量之品種差異，宮崎大學農學部研究報告 24(1): 35—39。
9. 綾野雄幸、古橋樹雄，1970，米飯之 Carbonyl 化合物，千葉大學藝術學術報告 18: 53—59。
10. Araullo, E. V., D. B. de Padua and M. Graham. 1976, Rice Postharvest Technology. International Development Research Centre. Canada, 394p.
11. Berner, D. K., B. J. Hoff and S. E. Feagly. 1982. Inheritance of the scent character in rice and its incorporation in to commercial cultivars. Page 44—45. In 74th Annual Progress Reports, Rice Exp. Sta., Crowley, La., U.S.A.

12. Berner, D. K. and B. J. Hoff. 1983, Inheritance of the scent character in rice. Page 56–62, In 75th Annual Progress Reports, Rice Exp. Sta. Crowley, La., U. S. A.
13. Berner, D. K. and B. J. Hoff. 1984, Inheritance of scent in American Long-grain rice. Page 58–65. In 76th Annual Progress Reports, Rice Exp. Sta. Crowley, La., U. S. A.
14. Buttery R. G. et al., 1983. Cooked rice aroma and 2-Acetyl-1-pyrroline, J. Agri. Food Chem. (31): 826–829.
15. Chakravarty A. K. 1948, A genetical study of the botanical characters in rice (*Oryza sativa* L.) Bull. Bot. Soc. Bengal 2:50–57.
16. Chandler, R. F. Jr. 1979. Rice in the tropics. Westview Press/Boulder, Colorado, U. S. A. 256p.
17. Dhulappanavar C. V. 1976. Inheritance of scent in rice. Euphytica . 25: 659–662.
18. Dhulappanavar C. V. and S. W. Mensirkai. 1969. Inheritance of scent in rice karnatak Univ. J. 14:125–129.
19. International Rice Research Insititute. 1971. Annual Reper for 1970. Phillipiness. 265p.
20. Juliano, B. O. 1979. The Chemical basis of rice grain quality. Chemical Aspects of Rice Grain Quality. International Rice Research Institute. pp 69–90.
21. Kadam, B. S. and V. K. Pantanker. 1938. Inheritance. of aroma in rice. Chron. Bot. 4: 496–497.
22. Obata, Y. and H. Tanaka. 1965. Studies on the phytosis of L-cystine formation of the flavor of cooked rice from L-cysterine and L-cystine. Agr. Biol. Chem. 29(3): 191–195.
23. Reddy, P. R. and K. Sathyanarayanaiah. 1980. Inheritance of aroma in rice. Ind. J. Genet. Plant Breed. 40(2): 327–329.
24. Sood, B. C. and E. A. Siddiq. 1978. A rapid technique for scent determination in rice. Ind. J. Genet. Plant Breed. 38(2):268–271.
25. Saini, S. S. and I. Kumar. 1978. Advances in breeding high yielding scented rice varieties. Oryza. 15(2):216–218.
26. Sekhar, B. P. S. and G. M. Reddy. 1982. Amino acid profiles in some scented rice varieties. Theor. Appl. Genet 62:35–37.
27. Sonnier, A. 1962, Louisiana farmer produces scented rice for gourmets. Rice Jour. 74:16–18
28. Tripathi, R. S. and M. J. B. K. Rao. 1979. Inheritance and linkage relationship of scent in rice. *Oryza sativa*. Euphytica. 28(2): 319–324.
29. Yasumatsu, K., S. Moritaka and S. Wada. 1966. Studies on cereals. IV. Volatile carbonyl compounds of cooked rice. Agr. Biol. Chem. 30(5): 478–482.