

北平地區人尿利用之研究

1 人尿，人糞乾，與硫酸銨氮肥肥效之比較

陳 尚 謹

(中央農業實驗所北平農事試驗場)

一、緒言

我國現仍沿用人糞尿為主要肥料，因各地環境不同，其使用方法亦異，在華北半乾旱地帶：尿之肥料價值，多被忽視，少有直接使用於田地者。凡距城較遠之農民，多使用土糞，城郊農民，多使用糞乾，尿則拋棄不用。其堆集土糞者，由於液體之流失，氮之飛散，尿中肥分，大部丟失，未能利用，將於另文中討論之。

察食物中不能消化之渣滓，由糞中排出，被消化部分，經新陳代謝後，而由尿中排泄，以濃度言，糞中肥料成分稍高，然若以每日之產量計算，尿應超出糞之價值五倍以上，尤以尿中含有大量氮素，為華北土壤中最急需之肥料。

表一 人糞尿中肥料成分表

產 量 肥 料	每 人 一 日 間 產 量				百 萬 人 口 一 年 間 產 量 約 相 當		
	濕重(克)	氮 (克)	磷酸(克)	加里(克)	硫酸銨(噸)	過磷酸鈣(噸)	硫酸銨(噸)
糞	250	2.5	2.0	1.0	4,000	4,000	600
尿	2400	12.5	2.0	3.0	20,000	4,000	1,800
糞 尿 比	1:10	1:5	1:1	1:3	1:5	1:1	1:3

惟因人尿儲藏及使用上之不得法，其肥料價值，未被重視，又因其中含有鹽分，亦不敢使用。人糞中雖含有各種病菌與寄生蟲卵，每每死亡於人糞傳染病者 (Fecal-borne diseases) 如傷寒，霍亂，痢疾等，以千萬計，農民不顧其危險尚使用之，而竟將價值五倍，又無上述危險之肥料——人尿，拋棄不用，實為華北農業一大損失，當此食糧不足，肥料極端缺乏之際，舉行人尿之肥效試驗，並分析土壤中增加鹽分情形，以期對於華北人糞尿問題，作一適當處理，並充分利用之。

二、田間試驗

試驗用地，在北平西郊北平農事試驗場，土質為石灰性沖積壤土，地面一米以下，始見細砂，地下水位，約在五米左右，表土中含有機質1.7%，石灰質2.6%，根據過去田間試驗，對於氮素肥料，反應顯著；對於磷質及鉀質肥料，無顯著反應。試驗工作，現仍在繼續中，計完成者有黍作，玉蜀黍，及蔬菜連作等三個試驗，分述如下：

1. 人尿對於黍作之肥效試驗 於民國三十五年舉行，採用 3×3 拉丁方設計，每小區面積為十平方米，分為無肥料，施用人尿與施用硫酸銨三個處理，施用肥料區，以每畝氮八斤為標準，五月二十九日播種，六月二十九日施肥，並灌水二十四公厘，九月三日收穫，產量如下：

表二 肥料處理與黍作產量

區 別	籽 實 產 量		桿 葉 產 量	
	斤/畝	%	斤/畝	%
無肥料區	157.6	100	596.8	100
施用人尿區	250.4	159	908.0	152
施用硫酸銨區	252.8	160	908.8	152
5%顯著差異	40.6		216	
1%顯著差異	95.2		499	

施肥與不施肥間，產量差異，極為顯著，施用氮肥每畝八斤後，可增加產量百分之六十，人尿與硫酸銨之肥效，無顯著差異。

2. 人尿對於玉米之肥效試驗 原用黍作試驗地，才敷應用，民國三十六年，另採用4×4拉丁方設計，每小區面積，約為三十分之一畝，共分為無肥料，施用人糞乾，人尿，及硫酸銨等四個處理，施用肥料區，以每畝用氮八斤為標準，五月七日播種，行距為六十公分，株距三十公分，六月六日灌水及施肥，糞乾區一次施完，人尿及硫酸銨區，則又於七月十八日，共分兩次隨水施用，九月十七日收穫，所得結果如下：

表三 肥料處理，與玉蜀黍產量（平農一號品種）

區 別	籽 實 產 量		桿 葉 產 量	
	斤/畝	百分率	斤/畝	百分率
無肥料區	297.9	100	1106.6	100
糞乾區	479.7	161	1325.9	120
人尿區	591.0	198	1388.3	126
硫酸銨區	593.3	199	1417.2	128
5%顯著差異	58.7		116.9	
1%顯著差異	88.9		180.4	

施肥後產量增加，極為顯著，人尿與硫酸銨之肥效，無顯著差異，每畝施用八斤氮，可增加籽實產量，百分之九十八與九十九。人糞乾之肥效，則顯著較低，僅增加產量約百分之六十。

表四 肥料處理與每穗粒數，粒重之關係

區 別	每畝株數	每畝穗數	穗數		粒重		每百克粒數	每穗粒數	每穗粒重 (克)
			株數	粒重	株數	粒重			
無肥料區	3460	3060	0.884	3.71	495	241	48.7		
糞乾區	3645	3152	0.865	2.76	441	336	76.1		
人尿區	3542	3450	0.974	2.55	430	368	85.7		
硫酸銨區	3470	3234	0.932	2.39	424	389	91.7		

無肥料區，玉蜀黍穗小粒小，且多空秕，桿葉與籽實重量之七，隨施用肥料而減低，由田間觀察，株高約二米半，生育不甚茂盛，下部葉多枯乾，以無肥區為最甚，每畝雖施用氮肥八斤，仍感不足，然以產量計算，施用人尿及硫酸銨區，每畝約達六百斤，為普通農家產量之一倍，然其株間密度，施肥量，施肥期有補，（農家玉米每畝約二千餘株），若施肥數量，再度增加，收穫量仍有增加趨勢。

3. 蔬菜試驗 城鎮中須要大量蔬菜，栽種蔬菜更須要大量肥料，種菜園地，距城較近，灌水便利，人尿之利用，當更為有效，試驗作物：1. 菠菜，2. 茴香菜，連續栽培

田間設計，為4×4呎丁方附裂區，共分無肥料，施用人糞乾，人尿，及硫酸銨等四項主要處理，每小區面積為二十四平方米，其中又分為兩個裂區，灌水量不同，以求肥料與灌溉之互相作用，施用肥料區，每畝用氮十五斤，共分三次隨水施用，施肥與灌水日期，詳見圖一，菠菜於四月十一日播種，五月二十一日收穫，茴香菜於五月三十日播種，七月二十二日收穫，所得產量如下：

表五 肥料處理間，蔬菜之產量。

區 別	菠 菜 試 驗				* 茴 香 菜 試 驗	
	每 畝 產 量 (斤)		平 均 產 量		每畝產量(斤)	百分率
	少量澆水	多量澆水	每畝市斤	百分率		
無肥料區	687	790	739	100	1,653	100
糞乾區	899	1,098	999	135	3,003	182
人尿區	1,370	1,732	1,551	210	4,762	288
硫酸銨區	1,371	1,850	1,610	218	4,041	244
平均	1,082	1,368	1,225			
肥料處理間	顯著差異(5%) 184.9斤(1%) 280.1斤				顯著差異(5%) 386.8斤	
灌水間	顯著差異(5%) 196.2斤(1%) 330.2斤				(1%) 586.0斤	
肥料×灌水	顯著差異(5%) 181.2斤(1%) 188.5斤					

* 因逢雨季，灌水裂區試驗停止。

施用人尿與硫酸銨，對於蔬菜之肥效，最為顯著，菠菜施用每畝十五斤氮肥後，較無肥料區，增收110%與118%，同樣茴香菜，亦可增收188%與144%，人糞乾之肥效，顯明較低，施用同等氮量，僅增收菠菜35%，茴香菜82%。

三、各種肥料處理間，對於作物中成分之影響。

歐美各地，有傳說施用人糞尿生長之蔬菜，含有臭味，作者曾分別嚐試，各種肥料處理間，並無特殊之氣味，各作物中成分如表六。

速效氮肥可以增加蔬菜中蛋白質之含量，施用人尿及硫酸銨區，含氮量最高，人糞乾區次之，以無肥料區最低，含量相差，可達百分之四十，玉米粒中，亦有同樣情形，施用人尿與硫酸銨區，較人糞乾及無肥料區，增高百分之七與百分之九，故使用充足之肥料，不僅產量增加，且可增高營養成分。各種肥料處理間，磷酸與加里之含量，無顯著區別，施用人尿區之茴香菜，乾物中鹽分，增高至8%，較其他各區間鹽分稍高。

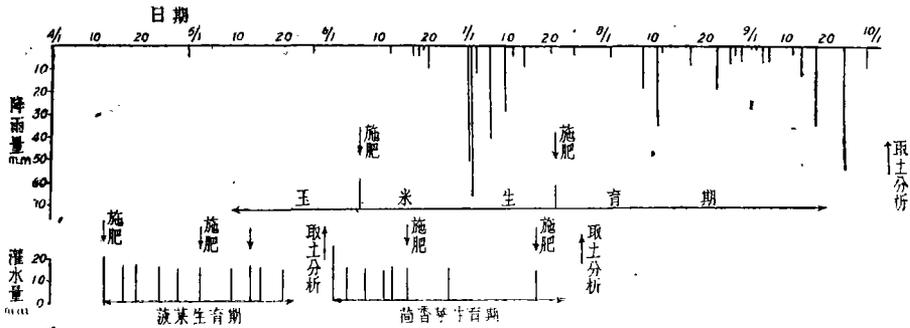
表六 各種肥料處理，對於作物成分之影響。

作物成分 (%)	菠 菜				茴 香 菜				玉 米 粒			
	無肥區	糞乾區	人尿區	硫銨區	無肥區	糞乾區	人尿區	硫銨區	無肥區	糞乾區	人尿區	硫銨區
乾物	11.1	9.8	8.4	7.8	8.4	7.1	5.4	6.8	85.5	85.3	86.0	85.1
乾物百克中												
氮	2.31	2.51	3.45	4.17	1.94	2.30	3.30	3.50	1.22	1.25	1.34	1.34
磷酸	1.51	1.65	1.18	1.29	1.25	1.20	1.10	1.11				
加里	5.87	6.41	6.52	5.55	4.81	5.07	4.35	4.23				
鹽分	3.10	3.10	3.53	3.32	5.04	5.05	8.35	3.34				
灰分	23.2	22.9	23.8	24.6	21.8	22.2	25.7	22.6				

四、施用人尿後，土壤中鹽分增加情形。

由田間試驗，品質檢定，已可確定人尿之肥效價值，華北農民，恐尿中鹽分，發生危害，不敢使用，今特對此問題，略述如下：

土壤中鹽分之增加，與人尿使用量，使用期，降雨量，灌水量，有密切關係，作圖解表示如下



圖一 作物生育期間降雨灌水施肥日期分佈圖

於每種作物收穫後，取土分析，所得結果，列表如七：

普通人尿中，約含氮0.5%，食鹽1.5%，二者之比，約為一比三，初春菠菜田地，施用人尿每畝合三千斤，內含鹽分四十斤。收穫後取土分析，發現所有鹽分，皆存積於地表至二十公分間，土中鹽分，最高量，可至 250 p.p.m.，茴香菜生育期中，再施入鹽分每畝六十二斤，連前作所加入之鹽分，共達一百十七斤。因逢雨季，共得降雨量 244m.m.，土中鹽分，多被洗去，茴香菜收穫後，七月二十四日，取土分析，鹽分未見增加，反由247p.p.m.降至 33p.p.m.，幾恢復未施用人尿前之狀態。

玉蜀黍田地施用人尿每畝一千七百斤，內含氮八斤，食鹽二十六斤。二十六斤之食鹽，分佈於一畝之土壤中，為量甚微，經過雨期後，被水沖洗至80—100cms.深處，土壤中含鹽最高量為 150p.p.m. 普通土壤中，食鹽成分，在 500p.p.m.以下者，不致發生危害，且有刺激植物生長之功效，故使用人尿作氮素肥料，在短期數年內，決無食鹽過高之危險。

表七：肥料處理間，土壤中鹽分增加情形

試驗名稱	菠菜試驗				茴香菜試驗				玉蜀黍試驗			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
前作增加鹽分(斤/畝)	—	—	—	—	13.8	21.6	54.5	13.8	—	—	—	—
本作肥料中鹽分(斤/畝)	—	7.81	40.66	—	1.4	6.5	52.5	1.4	—	2.7	25.5	—
灌水中鹽分(斤/畝)	13.8	13.8	13.8	13.8	10.2	10.2	10.2	10.2	1.5	1.5	1.5	1.5
土壤中鹽分(NaCl)	p.p.m											
深度(cm)												
0—10	34.1	46.3	82.6	21.9	12.7	10.7	53.5	5.2	17.2	23.0	25.0	20.0
10—20	45.5	83.1	147.0	62.8	7.9	9.6	33.6	7.0	17.2	23.0	29.0	17.0
20—30	26.2	28.2	31.8	9.7	5.6	5.5	10.4	5.3	20.1	23.0	22.0	15.5
30—40	21.4	30.7	35.9	22.9	6.7	7.2	9.1	6.1	23.0	21.0	24.5	15.5
40—50	16.0	23.9	30.8	21.9	2.8	8.2	9.8	3.8	23.0	17.2	39.5	17.0
50—60									23.0	17.2	21.0	20.0
60—70									23.0	28.7	58.0	17.2
70—80									22.5	20.0	47.0	20.0
80—100									23.5	28.7	148.0	14.4

★區別：1無肥料區 2糞乾區 3人尿區 4硫酸銨區

五、結論

華北農民，多不習慣使用人尿，今用桑作，玉蜀黍，菠菜，及茴香菜田間肥料試驗，已證明人尿之肥效，約與硫酸銨相等。確為良好之速效肥料，玉蜀黍每畝施用氮肥八斤，施用人尿及硫酸銨區，較無肥料區，增加產量百分之九十八與九十九；人糞乾區，則僅增收百分之六十一。人尿對於蔬菜之肥效，尤為顯著，使用人尿與硫酸銨區，菠菜每畝增收百分之一百一十，與百分之一百十八。茴香菜則增收百分之一百八十與百分之一百四十四。施用同氮量之人糞乾區，菠菜僅增收百分之三十五，與茴香菜百分之八十二。

使用良好之肥料，對於作物之品質，亦有關係，玉米使用人尿或硫酸銨後，較施用糞乾與無肥料區，蛋白質含量增高百分之七與百分之九，蔬菜中蛋白質含量，受肥料之影響，尤為顯著，差異可達百分之四十以上，對於人民之營養，不無影響。

再者，人尿中不含各種病菌及寄生蟲卵 (Fecal-borne diseases)，故較人糞安全，栽培蔬菜，若能以尿代替鮮糞，每年必減少若干死亡與醫藥費用。

人尿中約含氮素0.5%，食鹽1.5%，二者之比為一與三。若旱田每畝施用氮肥八斤，則同時添

入鹽分二十四斤，以二十四斤之食鹽，分佈於一畝之土壤中，為量極微，再經過雨期後，大部食鹽，可被洗去，一年沖洗一次，想由肥料增加之食鹽，不致堆集至有害程度，現僅有一年之結果，不敢肯定，有待將來之證明。

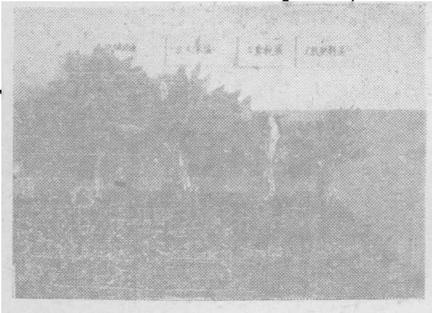
承蒙葉和才先生指教，洪夢麟與喬生輝二位先生之協助，特表謝忱。

文 獻

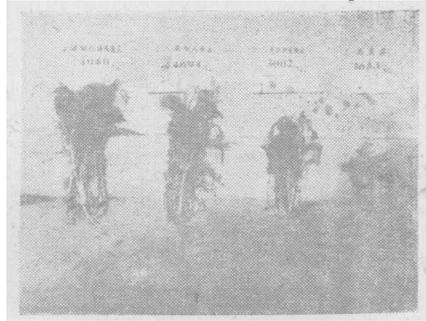
1. 王祖澤 天然氮肥與人造氮肥對於蓮花白中粗蛋白質含量之影響中華農學會報第184期
2. S. D. Wilson and Yueh, Wang A Preliminary Report on the Chemistry of Feces Cakes, Peking National History Bulletin, 1933-9, vol. 13 p. 269
3. G. F. Winfield, Stuires on The Control of Fecal-Borne Diseases in North China. Chiness Medical Journal, 51: 217-236 (1937)

田間試驗結果攝影

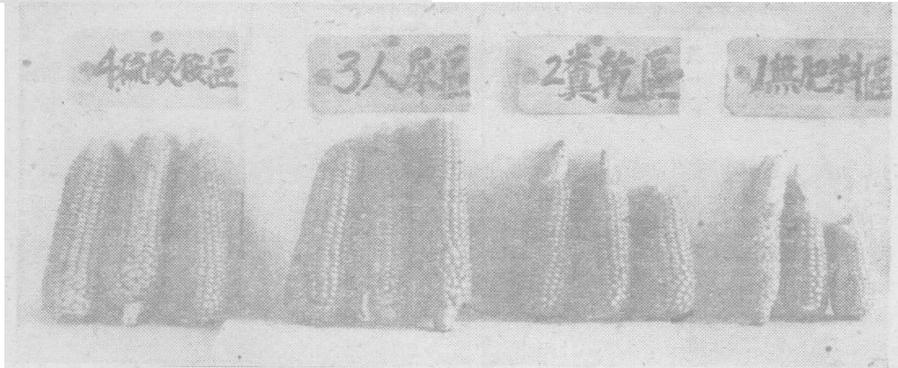
圖二 菠菜肥料試驗



圖三 茴香茶肥料試驗



圖四 玉蜀黍肥料試驗



Studies on the Utilization of Human Urine as Fertilizer in Peiping

1. Effect of Direct Application of Urine on Crop Yield and on Salt Content of the Soil

Shang-Chin Chen

SUMMARY

Field experiments of corn, millet, spinach, and fennel were made to test the fertilizing value of urine in Peiping soil. On equal nitrogen content basis, urine has nearly the same fertilizing value as ammonium sulfate and they are much superior than feces cakes. The amount of salt in urine applied to the soil was very small.

Photographs: 1, No manure 2, Feces cakes 3, Human urine 4, Ammonium sulfate.