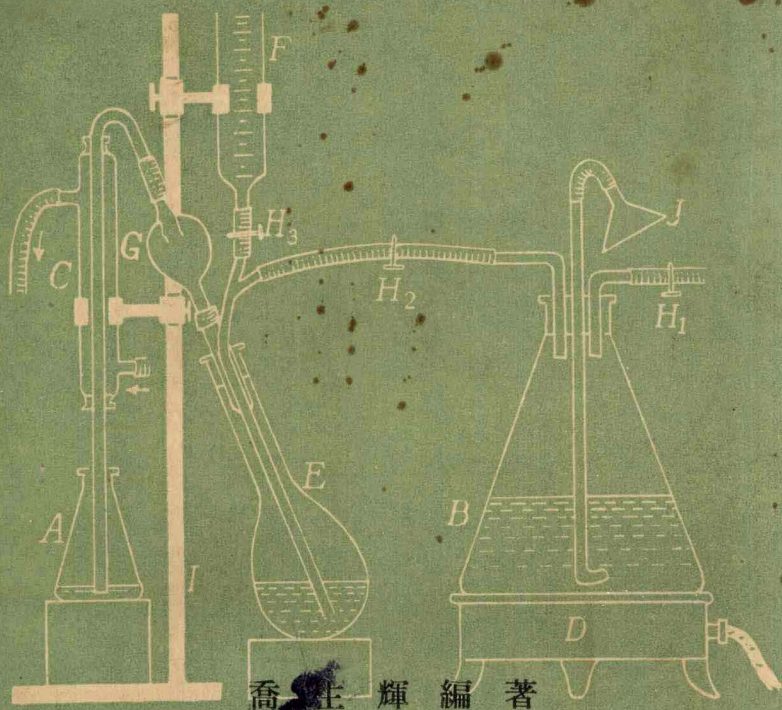




喬生輝編著

各種肥料的三要素含量 及其分析法

財政經濟出版社

各种肥料的三要素含量及其分析法

乔生辉 編著

財政經濟出版社

1956年·北京

內 容 提 要

本書所列各種肥料的三要素，完全用國內各種肥料，實際分析得來，具有一定參考價值，所述的分析方法，更可供作實際分析時的依據。本書可供農業院校、農業幹部、一般農業人員及工商部門普遍參考之用。

各種肥料的三要素含量及其分析法

喬 生 顯 編 著

*

財政經濟出版社出版

(北京西總布胡同7號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第60號

上海市印刷四廠印刷 新華書店總經售

*

787×1092 1/32 · 1 7/8印張 · 36,000字

1956年8月第1版

1956年8月上海第1次印刷

印數：1—10,000 定價：(9) 0.22元

統一書號：16005.12 56.7.京型

引 言

肥料的使用能增高土壤肥力、增加作物的產量和营养成分。但在不同的自然条件及土壤的情况下所需要的肥料各有不同，如酸性土壤需要石灰的使用，而含石灰丰富的土壤（如黑鈣土等）就不需要。同时不同作物所需要肥料的种类及数量也各不相同，如烟草、馬鈴薯需要鉀肥，并且它們所需要的鉀素要比谷类作物多些，其他的作物就需要别的肥料，需要的数量也各不相同。由于肥料的种类是繁多的，質量也是不同的，为了既要適應作物的需要，又要培养地力，所以确定肥料的質量，为施肥的首要条件。

我國土地廣大，但几千年的封建剝削，使人們只是使用，几乎不能培养，有些地区（主要是山地）沒有施肥的習慣。要擴大施肥面積及增加施肥量，就需要大量的肥料，就必须开辟新的肥源，要开辟肥源必須知道新肥源的質量及效果，才可以达到合理施肥，提高土壤肥力，达到增產的目的。

1949 年解放以后華北農業科学研究所才進行了各地区的（主要是華北区）各种肥料的分析研究。材料的來源，有所外的机关、農場、群众委托的，也有群众在實踐中正在使用的，还有華北農業科学研究所自己采集与主动研究的，共計 1,000 多个样品，

分別归并為三大類：即商品肥料、農家肥料及其他肥料。商品肥料中計有油餅、骨粉、硫酸銨、硝酸銨、尿素、過磷酸鈣、硫酸鉀等八種。農家肥料中計有土糞、堆肥、糞干、草木灰、熏土等八種。其他肥料中計有草炭、磷灰土等三種。書中的成分表是摘其重要的、有代表性的約 340 余个樣品的分析結果編成的，在每種肥料成分表的首頁附有簡單的說明及著者的看法，供農業工作者作為參考。其中缺點還是很多的，希望讀者多提意見，以便今後再版時修正補充。另外還需要說明的是：有些肥料樣品太少，不夠全面，尚待今後補充。成分表的分析工作是著者及農業部土壤工作隊共同進行的（土壤工作隊是 1953 年參加本所分析工作的）。

肥料的分析方法敘述比較詳細，一般稍有分析基礎的工作人員，按照所述步驟就可以進行操作。關於分析方法的依據，這里也需要說明一下。氮素主要是依據麻生慶次郎著的“土壤肥料化學”；磷是依據 A. B. 彼堅布爾斯基著的“農業化學分析”及宇野昌平著的“化學肥料工業實驗法”；鉀主要是依據 Treadwell 著 Hall 譯的“Analytical Chemistry”69 頁的分析方法；肥料中的特殊成分分析方法是依據宇野昌平著的“化學肥料工業實驗法”。

本書承蒙周建侯主任校閱，特此致謝。

喬生輝 1955.8.7.

目 錄

肥料成分表

第一类 商品肥料	7
1. 油餅	7
2. 骨粉	9
3. 硫酸銨	12
4. 硝酸銨	14
5. 石灰氮、尿素等	15
6. 过磷酸鈣	17
7. 硫酸鉀	18
8. 土硝及滷水	20
第二类 農家肥料	24
1. 土糞	24
2. 堆肥	27
3. 糞干	28
4. 綠肥	29
5. 家畜糞尿	32
6. 熏土	33
7. 草木灰	35
8. 農作物副產品	36

第三类 其他肥料	38
1. 草炭	38
2. 磷灰土	40
3. 雜項肥料	41

肥料分析法

(一) 氮素	44
1. 有机肥料(土糞、堆肥、廐肥、骨粉、油餅、草炭等)的分析	44
2. 化学肥料(硫酸銨、石灰氮、硝酸銨、硝酸鉀等)	47
(二) 磷	48
1. 有机肥料(土糞、堆肥、廐肥、骨粉、油餅等)的分析	48
2. 过磷酸鈣、磷礦石、磷灰土中的全磷量的分析	51
3. 过磷酸鈣中的水溶性磷的分析	52
(三) 鉀	52
1. 有机肥料(土糞、堆肥、廐肥、油餅、綠肥等)的分析	52
2. 化学肥料(硫酸鉀、氯化鉀、硝酸鉀等)	56
(四) 化学肥料中特殊成分的分析	56
1. 硫酸銨中的游离硫酸的分析	56
2. 硫酸銨中的硫氰酸銨的分析	57
附表 1 華北地区土壤完全化学成分表	59
附表 2 油料作物含油量表	60
附表 3 雨水中的氮素含量表	60

肥料成分表

第一类 商品肥料

1. 油餅

油餅是由含油丰富的植物种子經榨油时压成的餅子。能榨油的植物种子很多，如大豆、棉籽、亞麻、大麻、花生等均有大量的油分，并都能榨油。除了把它們榨出來的油可供食用、药用、灯用等以外，留下來的殘渣就是可以供肥料及飼料用的油餅。

油餅是含氮、磷、鉀比較濃厚的肥料。尤其是氮素，一般均在5—7%（个别的除外，如茶籽餅僅含氮1%左右），所以農家称为細肥。其中以豆餅含氮量最高，棉籽餅次之，不过棉籽餅含磷較高，只有茶籽餅的氮、磷含量最低，肥效也差。

其他如花椒籽餅、大米糠餅、椿樹籽餅等均是新的油餅，过去是很少用的。虽然含氮量較低，但仍有它的肥效，同时还开辟了新的油料來源。

另外特別提出芝麻醬渣是一种較好的肥料，肥效快，氮磷含量高，表中含氮最高的达7.46%，磷达3.50%，所以一般群众喜欢使用。

表一 油餅成分表

%

編 号	名 称	來 源	氮	磷(P_2O_5)	鉀(K_2O)	备 考
1156	豆 餅	蘆 台	7.30	—	—	
1346	”	”	7.00	1.32	2.13	
1099	黃豆餅	石 家 庄	6.36	1.40	—	
1100	黑豆餅	”	6.40	1.20	—	
1101	黃豆餅	河北省定縣	6.34	1.40	—	
1102	黑豆餅	”	6.35	1.40	—	
1201	方豆餅	—	7.00	1.40	—	
1202	圓豆餅	—	6.90	1.50	—	
1135	棉籽餅	—	6.05	2.20	1.63	(塊狀)
1136	”	—	5.23	2.50	1.77	(片狀)
1297	”	—	3.92	1.69	—	
1324	”	—	6.33	—	—	
1342	”	河北省晉縣	4.80	2.01	1.44	
1083	胡麻餅		4.82	2.40	1.73	
1341	”		4.70	1.85	1.24	
1417	花生餅	青 島	6.32	1.17	—	
1378	菜籽餅	江 蘇	4.60	2.48	1.40	
1380	”	”	4.32	2.20	1.40	
1139	大麻籽餅	—	5.05	2.40	1.35	
1298	洋麻籽餅	—	3.73	1.65	1.94	
1543	茶籽餅	湖 南	1.52	0.49	1.15	
1544	”	”	0.75	0.14	0.40	
1546	”	廣 西	1.11	0.37	1.23	
1547	木梓枯餅	”	5.16	1.89	1.19	
1567	杏 仁 餅	”	4.56	1.35	0.85	

編 号	名 称	來 源	氮	磷(P_2O_5)	鉀(K_2O)	备 考
1640	蒼耳籽餅	山 西	4.47	2.50	1.74	
1641	椿樹籽餅	"	2.78	1.21	1.78	
1642	花椒籽餅	"	2.06	0.71	2.50	
1416	大米糠餅	——	2.33	3.01	1.76	
1417	花 生 餅	——	6.32	1.17	1.34	
1662	苏 籽 餅	河北邯鄲	5.84	2.04	1.17	
1663	胡麻籽餅	"	5.21	2.24	1.63	
1664	大麻籽餅	"	5.28	2.13	1.10	
1137	芝麻醬渣	北 京	6.59	3.30	1.30	
1138	"	天 津	7.46	3.50	1.44	
1343	"	河北晉縣	6.55	2.72	1.04	

2. 骨粉

骨粉及其成分組成：骨粉(即动物骨骼磨碎的粉)在 17 世紀以前的西欧就有了它的肥效記載，这样看來骨粉用作肥料已有很久的歷史了。但当时对骨粉肥效的解釋还不明确，有人誤解为骨粉的肥效是含有油脂的关系，一直到 18 世紀末叶，才明确了骨粉的肥效主要是磷素的作用。

关于骨骼的化学成分，因动物种类、年齡和骨骼位置的不同而有所差异。例如羊的大腿骨磷酸三鈣的含量是 62.7%，而牛的大腿骨是 58.3%，老骨含磷多，幼骨含磷少而含氮多，动物骨骼磷酸三鈣的平均含量是 48.7%。但一般的說來，牛、馬、羊、猪等骨骼的成分是差不多的。其中約一半是磷酸三鈣，其他还有油脂、蛋白質(骨素)和少量的磷酸鎂、氟化鈣等。

骨粉的种类及其制法：骨粉按我國現在制造的方式方法可分为三种，那就是生骨粉、蒸制骨粉和脫膠骨粉。生骨粉就是未經加工制造的骨粉，它的產量比較少，質地坚硬，不易粉碎。一般的來源是手工業的副產物，如制牙刷棒的碎渣等，其中氮素含量甚高，如表中 1046 号含氮素 4.05%，而磷的含量，僅 22.8%。

蒸制骨粉是獸骨經過蒸煮去掉油和膠而制成的骨粉，一般每百斤獸骨可產油 5—10 斤，所產的油可制肥皂等物，所產的膠在工業上用途很廣。蒸制骨粉質地較生骨粉疏松，亦易粉碎，其含氮量比生骨粉低，而磷量較高。

脫膠骨粉是獸骨在蒸气中經適當的压力，使獸骨中的蛋白質(即骨膠)大部分离出來以后所制成的骨粉，分离出來的骨膠就是工業上、家庭中用的水膠。獸骨經過蒸气压榨后，其中的氮素就顯著的低下，如表中含氮最高的僅 1.17% (1274 号)，最低的是 0.41% (1257 号)，一般脫膠骨粉的含氮量均在 1.0% 以下，不过磷的含量却提高很多，如表中最高的可达 33.3%，最低的是 30.1%，另外脫膠骨粉較生骨粉、蒸制骨粉疏松的多，也極易压碎。

骨粉的施用：骨粉中磷的形态是磷酸三鈣，分子式是 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{H}_2\text{O})_2$ ，磷酸三鈣是不溶于水的，作物很难吸收。但在酸性土壤中施用，效果良好。我國南方施用骨粉，效果很好就是这个道理。其次骨粉中的氮素亦是有效的，当骨粉施入土壤后，經微生物的作用，即轉化成有效态的氮素。

表二 骨粉成分表

編 号	名 称	來 源	氮 素 %	磷(P ₂ O ₅)%
1348	骨 粉 (1)	河北省三河縣	9.98	8.0
1034	” (2)	石 家 庄	5.20	22.0
1046	生 骨 粉	天 津	4.05	22.8
1319	”	青 島	4.00	18.2
1273	熬 制 骨 粉	天 津	3.99	24.2
1061	”	河 南 洛 陽	2.93	22.4
1275	”	青 島	2.98	26.1
1271	”	河 南 省	2.83	24.9
1221	”	山 西 省	2.70	28.4
1115	” (3)	山 西 太 原	1.87	10.1
1274	脫 膠 骨 粉	天 津	1.17	31.9
1276	”	青 島	0.89	33.3
1091	”	北 京	0.78	33.1
1257	”	河 南 新 鄉	0.41	30.1
1294	骨 灰	吉 林 省	0.37	33.7
1106	”	河 南 省	—	40.0
1251	”	天 津	—	37.5
1256	”	吉 林 省	0.06	40.9
1296	”	北 京	0.06	40.5
1483	再生骨粉(4)	吉 林 省	0.25	3.0
1834	脫 膠 骨 粉	青 海 省	0.96	32.5

注：(1)該样品是骨粉与蹄角的混合物，故氮素甚高，而磷則少。一般蹄角粉中含氮約 12%，含磷約 4%。

(2)該样品內含有少量的蹄角。

(3)該样品內含有石灰。

(4)系提取黃磷后的殘余物，故含氮磷均低，其中大部是石灰。

3. 硫酸銨

硫酸銨的制法:硫酸銨又名硫銨,是一種氮素化學肥料。它的製造方法有合成法,另外還有利用煤炭干溜的副產物來製造的。合成法是用空氣中的氮素及電離水中的氫氣在高溫高壓下利用觸媒合成氨(NH_3),再被硫酸吸收,即成硫酸銨。合成法制出來的硫酸銨比較純潔,也沒有顏色。煤炭干溜的副產物,即煉焦過程中煤炭中的氮素變成氨(煤炭中含有1—2%的氮素),再被硫酸吸收即成硫酸銨。1噸煤炭可產7.7—15公斤的硫酸銨。在煉焦過程中製造出來的硫酸銨均帶有顏色,如褐色、綠色等,但不影響硫酸銨的含氮量。

硫酸銨的成分:硫酸銨是極易溶解於水的,100斤水能溶解硫酸銨42斤,其分子式是由硫酸根與銨化合而成即 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 。硫酸銨的理論含氮量是21.21%,但一般產品的實際含量為20.8%左右。硫酸銨因製造方式方法及操作技術的關係,往往含有些雜質,如水分、游離硫酸、硫氰酸銨等。游離硫酸的含量,根據分析的結果,最高的僅有0.31%。這樣含量對土壤影響很小,尤其是非酸性土壤,不過含量過多時,有浸蝕包裝及增加硫酸銨吸濕性的害處。硫氰酸銨對作物是有害的,但含量少時也沒有防碍,如表中分析的結果最高的含量僅0.11%,含有0.11%的硫氰酸銨對作物來說是沒有關係的,如果含量很高時,可在播種前兩周施入田中,就可以免除它的毒害作用,因為硫氰酸銨在土壤中經過相當期間就逐漸分解成作物所能利用的銨鹽或硝酸鹽,完全消失了硫氰酸銨的毒害作用。

硫酸銨的功能及施用時的注意事項：硫酸銨是氮素肥料，可供作物蛋白質的形成，促進細胞的生長。如果作物缺乏氮素，蛋白質的形成就要緩慢，蛋白質的形成緩慢就直接影響葉綠素的形成，一般作物缺氮肥時，葉色呈現黃色，就是這個道理。

硫酸銨用作基肥、追肥均可。但施用硫酸銨時，不要和石灰、石灰氮、草木灰等肥料混合施用，因為那樣混合施用會使其中硫酸銨含有的氮素損失。

表三 硫酸銨成分表 %

編 號	產 地	氮 素	游離硫酸	硫氰酸銨	色
1018	朝 鮮	20.7	—	—	—
1058	太原煉鐵廠	20.0	0.00	0.3	—
1082	撫順礦務局制油廠	20.5	—	—	黃 棕
1131	輸入品	20.7	0.20	0.0	灰 白
1132	”	20.8	0.21	0.0	淡 綠
1133	”	20.8	0.18	0.0	”
1134	”	20.7	0.15	0.0	綠
1203	”	20.8	0.10	痕 迹	—
1336	”	21.0	—	—	—
1374	” (金錢牌)	20.6	—	—	—
1475	”	21.2	—	—	—
1486	本 溪	20.8	0.24	0.06	灰 白
1487	大 連	21.0	0.00	0.02	白
1488	鞍 山	20.2	0.31	0.05	灰 白
1489	撫 順 1 号	20.3	0.22	0.11	棕
1490	” 2 号	20.5	0.20	0.08	棕 黃
1516	石家莊煉焦廠	20.8	—	—	—

4. 硝酸銨

硝酸銨是一種純氮素的化學肥料，不含其他副成分。硝酸銨的氮素形態一半是氨態氮，一半是硝酸態氮。這兩種形態的氮素對作物都是有效的。

硝酸銨的製造方法：一般採用合成法，因為這個方法原料不受限制，但需要大規模的設備。這一方法的操作程序是：先由空氣中的氮與電離水中的氫合成氨，然後將氨與空氣混合在高溫下通過觸媒合成硝酸，最後將氨通入硝酸中，得出硝酸銨水溶液。再經過濃縮、蒸發、結晶即得硝酸銨。另外用硝酸鉀加硫酸銨或碳酸銨亦能製出硝酸銨。

硝酸銨的成分：純粹的硝酸銨是白色的結晶物質，一般產品略帶黃色，呈顆粒狀，也有粉狀的，它的分子式是由銨及硝酸根組成的，即 NH_4NO_3 。硝酸銨的理論含氮量是 35%，但一般產品的含量只是 32.0—34.5%，如表內的分析結果最高的為 34.5%，最低的為 32.9%。硝酸銨吸濕性很強，不易貯存。但經過加工的硝酸銨吸濕性就大為減少，其加工方法是用機械將硝酸銨製成顆粒，在顆粒上塗一層很薄的油脂及高嶺土等物，即可防止吸潮。其次硝酸銨有爆炸性，貯存時不要和易燃物放在一起，也不要放在溫度過高的地方，以免爆炸。

硝酸銨的施用：由於硝酸銨是純氮素的化學肥料，無副成分，它所包含的氮素作物均可利用，從而也不留殘余物於土壤中，因此它是一種良好的化學肥料。但硝酸銨中的硝酸態氮在土壤中容易流失，施用時用作追肥，並分次施用較為妥當。其次硝酸銨中

有氨态氮不宜与碱性肥料混合施用,如石灰、石灰氮、草木灰等。

表四 硝酸铵成分表 %

編 号	名 称	來 源	氮 素
1463	硝 酸 铵	苏 联	34.5
1464	”	大連化学厂	34.3
1472	”	苏 联	34.0
1523	”	大連化学厂	32.9
1646	”	苏 联	33.4

5. 石灰氮、尿素等

石灰氮及其性能:石灰氮是灰黑色的氮素肥料,略有臭味。其制造方法是由石灰、無烟碳或木材混合在高温下与氮素化合制成。含氮量一般在 20% 左右,純的是白色水溶性的化合物,分子式是 CaCN_2 , 含氮量是 35.98%, 但一般工厂的出品,都含有碳素、石灰等物,因此氮素的含量降低,顏色呈灰黑色。石灰氮有吸湿性,不宜在潮湿的地方贮存,因为放在潮湿的地方就会吸收空气中的水分和二氧化碳,使体積增大,并分解一部分氮素变成氨在空气中散失,造成氮素的損失。

石灰氮是一种比較有毒的肥料,若用量过多或接触到种子,能阻碍發芽,但对病害有殺菌的效果。例如对小麥的立枯病,白菜、甘藍的腐敗病等均有效用。对于人类如吸入飛揚起來的石灰氮粉末过多,擴大脈管,也是有害的。在進行施用石灰氮的操作中,不免会吸入了一些石灰氮粉末,因此,在操作后应切忌飲酒,否則,就会引起强烈的反应。

石灰氮的施用:石灰氮虽然有些毒性,但施入土壤后,在適宜的条件下(如温度、水分等)就能很快的分解成氨,被作物利用,石灰氮要用作基肥,并在作物播种前 15—16 天施入土中就是这个道理。石灰氮不宜与硫酸铵、过磷酸钙混合施用,因为与硫酸铵混合能使硫酸铵中的氮素飛散;与过磷酸钙混合能使过磷酸钙中的可給态磷变成不可給态。硫酸铵在土壤中有積累硫酸根的可能,而石灰氮是不会的。石灰氮是碱性肥料,适用于酸性土壤。

尿素及其性能:純的尿素是白色結晶的水溶性物;不純的略帶黃色。一般工厂的出品都是白色的小团粒形狀。动物尿中含有尿素,人尿中含有 2% 左右。它的分子式是 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 。自从人工制造尿素發明以后,就应用在肥料方面。它的制造方法是由氨和二氧化碳在高温高压下合成的。它是一种濃厚的氮素肥料,一般含氮量在 44% 左右。

尿素有吸湿性,尤其是夏季多雨的季节,不易貯存。因此近年來有將尿素和石膏混合制成尿素石膏等的措施,这样可防止它的吸湿性,同时也不妨碍它本身的效果。

硝酸铵钙:硝酸铵钙是硝酸铵和碳酸钙的混合物,是一种顆粒狀灰白色的(也有灰黑色的不等)肥料,含氮量一般在 20.5% 左右。硝酸铵钙的氮素形态一半是氨态,一半是硝酸态。含碳酸钙在 31% 左右。

硫硝酸铵:硫硝酸铵是硫酸铵和硝酸铵結合的复鹽,因此它有硫酸铵与硝酸铵的两种性質。从它的肥效速度上講,要比硫酸铵的肥效快一些。含氮量一般在 26.0% 左右。其中氨态氮占 19.0% 左右,硝酸态氮占 7.0% 左右。