

农业生产知識

肥料

高溫速成堆肥

GAO-WEN SUCHENG DUIFEI

刘守初、馬复祥編著

农业出版社

AWT649/09/10

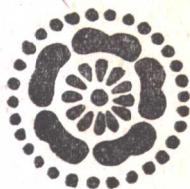
期 限

請於下列日期前將書

9 1 日

內容說明

堆肥是現時農村中來源較多的一種肥料，本書主要闡明怎樣利用高溫細菌以加速堆肥腐熟的方法。



农村通俗文庫

農業生产知識

肥 料

- | | |
|-----------------|---------------|
| 肥料知識 | 尤德敏、万傳斌 著 |
| 怎样积肥、保肥和施肥 | 張乃鳳、陈尚謹、馬复祥編著 |
| 各种肥料的三要素含量及其分析法 | 乔生輝編著 |
| 土化肥志 | 中華人民共和國農業部編 |
| 化学肥料 | 江西省農業厅編写 |
| 綠肥 | 江苏省農業厅种子局編 |
| 人糞尿 | 陈尚謹、馬复祥編著 |
| 細菌肥料 | 刘夢寒編著 |
| 顆粒肥料 | 農業部土地利用局編 |
| 高溫速成堆肥 | 刘守初、馬复祥編著 |

本書原出版者：農業出版社

目 次

一	什么叫堆肥.....	1
二	堆肥的肥分含量.....	3
三	堆肥的腐熟分解作用.....	5
四	簡單的認識堆肥腐熟的方法.....	9
五	怎样才能漚好堆肥.....	9
六	高溫速成堆肥製造法.....	14
七	馬糞培養液的应用和製造方法.....	26
八	堆肥的保存和施用.....	29

一 什么叫做堆肥

农作物的生长,除了需要充足的阳光、空气和适宜的温度外,还必须要有足够的水分和养料的供应,才能生长健壮,达到高额丰产。这样,就需要用施肥料,来提高土壤肥力,供给农作物充足的养分,以增加产量。

通常我們所用的肥料,大致可分为农家肥料和化学肥料两种。农家肥料的組成是很复杂的,肥效緩慢;化学肥料的組成簡單,肥效快速。兩者适当的配合施用,并注意和其他生产因素配合,就能增加作物产量。苏联的先进經驗告訴我們,只有施用有机肥料,适当的配合施用化学肥料,才能使作物达到高额的产量。不过在我們国家还没有达到工业化以前,化学肥料的供应是有限的。所以必须采取农家肥料为主,商品肥料为輔助的办法。

农家肥料,包括人粪尿、家畜粪尿和农村堆肥等。这些农家肥料中,以堆肥的原料給源較多。例如:堆肥应用的材料,單是作物的藁秆一項,全国的耕地面积如按 16 亿亩計,每亩生产的藁秆,只用 100 斤来制造堆肥,而藁秆中的含氮素量,平均以 0.6% 計算,則全国每年所产藁秆可制成堆肥中的氮素含量約为 48 万吨,相当于硫酸銨 240 万吨,或大豆餅 727 万吨(大豆餅的氮素含量以 6.6% 計)的氮素含量。

堆肥的組成成分中,不仅含有适量的作物营养所需要的氮、磷、鉀三要素,同时含有大量的有机質。苏联的先进經驗,

有机質在土壤中除了能增进土壤肥力，供給作物一定的养料外，还能為有益的土壤微生物的生命活动創造有利的条件。土壤中通常可能儲藏着大量的植物营养物質，但是这些物質常是处于难被植物直接吸收、利用的状态，而在具备适当条件时，通过土壤微生物群生命活动的結果，这些物質就被微生物轉化成为适于植物吸收、利用状态的养料。

我国土壤一般是缺乏有机質，土壤肥力較差，因此，多施有机質肥料，是培养地力、提高产量的一种有效办法。根据1953年华北調查研究的資料，华北的土壤，有机質含量很低。粘重一些的土地，不过1.5%左右，很少有超过2%的；有些砂性的土地，一般仅1%左右，甚至有些低到0.5%以下。在这样土地上种植作物，如不加以改良，就不可能获得高额而稳定的产量。

什么是堆肥呢？

堆肥就是利用作物藁秆、杂草、落叶等作为主要原料，混合一些人、畜粪尿或者其他东西，堆积沤成的一种肥料。它的性質和厩肥很相似，肥效也大致相同。

华北地区，一般农家在沤制藁秆等物質时，主要是利用猪圈。猪圈作成坑式，把一切材料（大部是碎土）都堆在里面，沤出的粪，叫做猪圈粪，也就是华北农村中所常見的土粪。这种土粪，基本上是一种堆肥，不过堆积方法，还有很多缺点，須要加以改良。

制造堆肥，在縮短制成時間上有很重要的意义。因为堆肥腐熟所需要的时间短，可以减少肥分的损失还能快些使用。可是一般粪尿类的东西比較容易腐熟，而堆肥里面的主要材料是作物藁秆，这些东西是不易腐爛的；尤其是含木質纖維較多

的棉柴等,更不容易腐爛。目前棉区农民,已经开始利用棉柴、玉米秆等沤粪,但是腐熟程度很差。

二 堆肥的肥分含量

堆肥里面的肥分含量,和所用的材料、用量及堆积方法等都有密切关系。用肥分高的材料,造成堆肥的肥分多;反之,

表1

名 称	有机物%	氮 素 %	磷 酸 %	氧化钾%
小麦秆	81.1	0.48	0.22	0.63
大麦秆	81.2	0.64	0.19	1.07
水稻茎	78.6	0.63	0.11	0.85
陸稻茎	77.9	0.97	0.10	0.85
玉蜀黍秆	80.5	0.75	0.40	0.90
大豆茎	82.8	1.31	0.31	0.50
花生茎叶	21.0	0.59	0.80	0.33
落叶	81.0	1.00	0.20	0.30
野草	28.2	0.54	0.15	0.46
小麦根株	—	0.68	0.34	0.53
大麦根株	—	1.15	0.60	1.96
粟谷	86.0	0.68	0.20	0.88
蕎麦谷	—	1.61	1.40	—
稻谷	71.8	0.64	0.19	0.49
紫穗槐	—	1.32	0.30	0.79
蚕豆荚	79.5	1.63	0.27	3.55
菜豆荚	79.0	0.64	0.37	0.95
馬粪	22.0	0.55	0.30	0.40
馬尿	8.60	1.35	微量	1.25
牛粪	—	0.40	0.25	0.10
牛尿	—	1.00	微量	1.35
猪粪	—	0.40	0.50	0.40
猪尿	—	0.50	0.10	0.45
人粪	9.58	1.04	0.35	0.34
人尿	1.86	0.57	0.04	0.24

則肥分少。一般不用肥分高的或者肥分少的材料來單獨堆積。因此，對於應用的材料須要有適當的配合，才能製成良好的堆肥。茲將一般常用材料的成分分析列表如表 1（見第 3 頁）。

從表 1 的分析數字來看，肥分含量，因材料種類的不不同而有差異。因此，用各種材料製成的堆肥，它的肥分含量很難一致。製造堆肥時混入泥土數量的多少以及製造堆肥的方法等，也都會顯著的影响堆肥的肥分。

華北農村中，多利用豬圈積肥瀝糞，據前華北農業科學研究所下鄉工作隊兩年來自山西、河北各地基點的採集樣品分析結果如表 2：

表 2

省 別	變動範圍	氮 素 %	磷 酸 %	氧化鈣 %	灰 分 %
河 北	最大	0.60	0.74	2.18	98.3
	最小	0.04	0.12	0.33	68.5
	平均	0.25	0.28	0.79	91.0
山 西	最大	0.46	0.46	1.19	98.0
	最小	0.14	0.27	0.52	83.5
	平均	0.30	0.36	0.97	87.9

土糞中肥分含量低的原因，主要是由於加土太多，同時灰分的含量高到 98.3%。因此，它的有機質含量就非常少。已往的分析，華北農家土糞中有機質的含量，最高為 10%，平均多在 6—7% 之間；而且少量的糞稈在土糞內，大多還未充分腐爛，因而肥效減低。

應用高溫發酵法製造堆肥，不僅可使堆積時間縮短，腐熟適當；同時還可以消滅病蟲害，提高肥分，包括肥料三要素和有機質的含量。茲將東北和前華北農業科學研究所應用高溫

發酵法制成堆肥的成分分析結果列入表 3：

表 3

堆肥原料	有机物%	灰分%	总氮素%	磷酸%	氧化鉀%	制造地点
高粱稈	64.27	—	1.61	0.54	0.62	东北农研所
玉米稈	—	45.5	1.29	0.57	1.94	前华北农研所
棉柴	—	75.0	1.05	0.67	1.82	前华北农研所
麦稈	—	50.0	1.17	0.37	1.66	前华北农研所
稻草	—	60.0	1.35	0.80	1.47	前华北农研所

应用这一方法的结果，因为没有加土的原故，制成的堆肥，肥料三要素和有机质的含量有显著的提高，体积也减少。

高温速成堆肥的效果，不能单从氮、磷、钾三要素的含量数字来看，最重要的是它含有大量有机物。因为制成堆肥中的有机物质腐熟良好的缘故，所以里面含有能够被庄稼直接吸收、利用的肥分也比较多；它的肥效，当然比较一般土粪为好。

三 堆肥的腐熟分解作用

作物茎秆是有机物，不应当直接上地，必须经过腐熟后，才能适合农业生产上的需要。一般组成植物机体的东西中，有一半左右，或者比一半还多的就是纤维素和木质纤维，尤其是纤维素比较多。这些东西，分布在植物机体内部，成为植物机体的骨架。纤维素是一种极稳定的化合物，甚至可以抵抗强酸或强碱的作用，促进这种物质的加速分解，在缩短堆肥制造时期的操作中，具有很大的意义。

有机物的分解腐烂，主要是由于微生物活动所引起的作

用。包括原生动物、霉菌和细菌等类，尤以细菌为最多，作用也最复杂。这些微生物群，它们的喜好各有不同。有的喜欢空气，我们叫它做好气性微生物；有的不喜欢空气，我们叫它做嫌气性微生物。有的在温度高一点的时候，活动最厉害；有的在温度一高的时候，活动就停止了。各种土壤微生物对于温度的适应性，大概是在摄氏 3—4 度到 40—50 度的范围内。在这个范围内，对大部分的腐生细菌来说，最适宜的温度，是在摄氏 20—35 度之间；温度超过了这个范围，它们的作用就要受到限制，或者死亡。

作物茎秆中，有机成分的分解，除了木质纤维外，纤维素是最难于分解的物质。虽然一般纤维质的机体表面，大都附着一种或数种微生物，等到这种机体死亡的时候，它们就进行分解腐烂的作用。不过这些微生物，大都只能在低温（摄氏 30 度左右）条件下才能活动的，所以作用很缓慢。只有某些好热性微生物，在高温中，能将纤维素在很短的时间内迅速分解（起这种作用所需要的温度，可到摄氏 65—75 度）。这种微生物，在茎秆表面、在土壤中的存在的数量不多，而在自然的气温中、茎秆没有堆积的状态下，它们的生长和繁殖受到了很大的限制，也就是不能起到上面所谈到的作用。

高温堆肥法，主要的理论根据，就是利用这一类高温性微生物、主要是细菌接种在堆积的茎秆内，使它发生作用，迅速的将纤维素分解，其他种的组织成分就易为别的微生物接替着进行分解。因此，堆肥可以加速腐熟，缩短了堆积时间。

高温堆肥法，主要是利用高温微生物在合理的堆积方式内，迅速分解纤维素。这种微生物一度作用之后，其他微生物就会随着温度的变动，在适宜于它们生长、繁殖的条件下，便接替着

把薹稈的有机体分解腐爛。

关于高温發酵中,微生物的生命活动和温度的关系,已往的研究报告大致的情形是这样:

1. 在攝氏 75 度的时候,堆肥里面微生物的作用,差不多完全停止;只有产孢子細菌的活动,少数放綫菌类也可在堆的表面發現,不过它們的作用,是很微弱的。

2. 在攝氏 65 度左右的时候,分解作用最强的是高温細菌和放綫菌。这时候主要的作用是把纖維素分解破坏。

3. 在攝氏 50 度左右的时候,喜好高温的霉菌活动最强,細菌和放綫菌的活动也很强。它們共同来繼續分解薹稈的纖維素。

4. 在比較低温的时候(比如說攝氏 30—40 度),很多种細菌、霉菌、原生动物等共同繁殖活动接替着作用;把前面分解生成的物質和殘余的东西,繼續分解,促成了堆肥的腐熟。

总的說来,这种微生物作用很复杂。有的在前,有的在后;有时共同进行,有时前后接替;有时需要空气,也有很多时候不需要多少空气。如能善于掌握和利用微生物生命活动的規律,在制造堆肥过程中給予人为的适宜于微生物生活所必需的条件,就能發揮它們的作用,把薹稈迅速腐熟,瀝成良好堆肥。

这种复杂的有机質分解作用,如果在通气的情形下,是由好气性微生物所引起,主要是氧化作用。例如:纖維素和淀粉,最先分解为簡單的糖类,再生成各种有机酸,最后生成水和二氧化碳。这种作用是进行得很快的。堆积最初时期的分解,大都是属于这一类变化。

在通气不良的情形下,有机物的分解大部是由兼性微生

物或者嫌气性微生物来进行，分解速度比在通气情况下要慢得多，进行氧化作用亦弱。嫌气分解期间，可以积累着许多氧化不完全的产物，并形成各种有机酸；同时除了产生二氧化碳和水外，还可产生氢气和沼气。有机酸如果积累过多，可以使环境变成酸性，结果微生物本身的作用也受到限制。这一类作用，可以代表堆肥发酵后期的变化。

含氮有机物的分解，首先是蛋白质的水解，形成各种氨基酸，再发生氨基酸的脱氨作用，形成了氨。含氮有机物在分解时分离出来的氨，一部分或全部，可为作用微生物氮素营养料的来源，合成其机体中的蛋白质。未利用的部分，在通气情形下可氧化为硝酸盐类，或者挥发损失。这种作用，是在堆肥发酵过程中损失氮肥的主要原因。如果在嫌气的情形下，可能产生游离的氮素，使氮肥损失。有机物机体中含有其他种矿物质，包括磷及钾等物质。这些矿物质，在分解作用进行的最后期，自有机体中分离出来，形成了简单的矿质化物质。

前面所说的各种作用，只是微生物分解作用的一面。在这一过程中，复杂的有机质变成了简单的无机化合物，主要是水、二氧化碳和自有机体中分离出来的矿物质所形成的各种简单盐类。

微生物的分解过程中，同时进行着合成作用，形成新的、黑色的、特殊的物质。这在堆肥腐熟的时候最易看出。这种物质，也就是制成的堆肥，施到地里后产生肥效最高、作用最大的腐植质。

腐植质是一种组成比较一致、性质较为稳定的物质。这种特殊的合成物，往后所发生的变化，比较原来植物有机体所发生的变化要少得多。

四 簡單的認識堆肥腐熟的方法

上面已經談到，堆肥的腐熟是在大量形成腐植質與一部分肥分變成作物能夠吸收、利用的時候，效果最佳。但是，怎樣才能知道堆肥已經腐熟良好呢？現在介紹一種簡單的在农村可以应用的方法：

看顏色：新鮮作物莖稈的顏色是黃色，或者是黃綠色。這些莖稈在腐熟的过程中逐漸變成黃褐色、深黃褐色、黑褐色而至深黑褐色。這時已經完全腐熟。

看軟硬：新鮮的莖稈是硬的，脆的；經過逐漸腐熟變成軟而帶些彈性，再變成很軟的物質，或者混成一團。

看漿汁：用手取出一些堆肥，用力一握，越是腐熟的堆肥越能流出較多的黑褐色的漿汁。這種漿汁，就是腐植質一類的東西。

我們平常应用上面所說的方法，就可以知道堆肥腐熟的程度。在形成腐植質的時期，堆肥就可以使用；如過于腐熟，它的作用雖快，效果可能減低。

五 怎樣才能漚好堆肥

制造堆肥，要腐熟得好而快。我們知道，假如不考慮時間的話，任何有機體，遲早也會腐爛分解的。但是這樣就不能適合農業生產上的需要。為了要达到速成堆肥的目的，要注意下

面几点：

一、調節材料中的碳、氮比例

細菌每分解 100 克有机物（內含碳素 50 克），約需利用氮素 2 克。因此分解有机物質中，最好的碳素和氮素比例是 25:1。假如氮素的含量較高，碳与氮的比例小于 25:1，則在分解时將产生氨的积累，或者引起氨的損失；反之，氮的含量低，碳与氮的比例大于 25:1，則將發生氨的缺乏，这时候如不能从別的地方夺取氮素，分解作用就会遇到阻碍。所以在堆肥应用材料中，碳、氮的比例量一般宜調節在 30:1 左右的範圍內。这样，可避免在發酵中肥分的損失，同时又不致延緩腐熟的时间。堆肥腐熟后，碳、氮比例降低（一般腐熟堆肥的碳、氮比例都在 20:1 以內），故到施入土壤中，然后才能供給作物以氮素养分。这一操作，在实行高温促成堆肥法中，是很重要的；不过在实际上不可能得到恰当的比例量，我們只能在近似的範圍內尽可能地加以調節。因此，在堆积时所应用的糞厩，除了用含氮量較高的以外，最好是另加兩、三种含氮量較低的糞厩混合使用。这样，难腐爛的材料可以快些腐熟，含氮量較多而容易在堆积中損失氮的材料就可以减少肥分損失。

二、堆积时要加入少量的有效性营养料

微生物的生長、繁殖，需要有养料。堆积糞厩类的时候，必須加入少量的速效的氮素和磷素肥料，既可供給微生物利用，又能調節材料的碳、氮比例。加入的物質，一般可使用人糞尿，但数量不宜过多，否則是会損失肥分；沒有人糞尿，也可以用家畜糞尿代替。材料中加用紫穗槐或其他綠肥作物，可以不再

加入糞尿。因為這類綠肥作物的組成中，一般氮肥含量較高，腐熟也較容易，所以不加糞尿補充，一樣可以瀉成很好的堆肥。

三、適當供給水分

生物的生命活動，都不能離開水分。藁桿中沒有適度的水分，微生物的生命活動就會受到阻礙，就不可能發生分解作用。藁桿中最適合微生物發生作用的水分含量，約在60—70%之間。但在實際操作中很難正確掌握適度水分含量，尤其是乾燥的藁桿，水分含量是很少的，要使干枯的組織內，被水分浸透，需要相當的時間；其次，這些干枯的藁桿堆積在坑內，因為表面平滑，內部干枯，自堆上加水傾灌，只有少量的水分會被保留在藁桿內，大部水分都滲漏到坑底的土壤中去。比較好的方法，是將乾燥的材料，在水中浸漬一短時間。這樣不僅可使材料組織浸透，同時也節省水分。新鮮的藁桿一般含水分很高，可以不用水浸，只須于收割後晾曬3—5天，讓內含的水分蒸發一些，組織萎縮一下，即可入坑堆積，加入少量的水分，把它濕潤一下就夠了。

總之，掌握水分是製造堆肥的重要關鍵。如果掌握得法，即使其他條件差一些，材料的腐爛也可以比較迅速和一致的。這要在實際工作中取得必要的經驗，這裡很難做出一個正確的規定。

四、適量空氣的供給

微生物的繁殖，一般是需要要有空氣供給。分解纖維素能力最強的高溫性細菌，是一種好氣性菌，要使它迅速繁殖，在堆

积初期就需要有适度的流通空气,才能發生应有的作用。但空气的供給量应有一定的限度。若空气过于流通,則水分蒸發过多,热力散失太快,对于微生物的作用反而不利,制成堆肥的肥分和品質也会减低。苏联的先进經驗:“糞稈的通气性地面堆积,可使其中氮肥的损失,达到原含量的 50%”。

在堆积的初期,适量的通气可以迅速發生高热。等到高温發生后,堆的表面因为内部材料的分解而自然下塌,將堆压紧、变成不通气的情况,里面分解生成的二氧化碳,也会將殘余的少量空气排出堆外,这时嫌气性或兼性嫌气微生物,迅速接替着活动,进行嫌气分解。嫌气性發酵,在堆肥制造的过程中需要保持一个較長的时间才能积蓄多量的腐植質。但在操作的实际过程中,不論那一个阶段,微生物的活动不会这样單純,大部是通气性与嫌气性微生物錯綜的进行分解的。不过在每一阶段,对發酵的主要微生物,还可以适度的調节空气来控制的。

五、接种高温性纖維分解菌

前面已經說过,分解纖維素能力最强的是高温性微生物,其中以細菌的作用最重要。这种細菌喜好高温,温度低的时候就不容易繁殖,所以在糞稈上、在土壤中的数量不多。这种細菌主要是存在于驢、馬的糞塊里面,很可能是在驢、馬的消化系統內随同糞塊一同排泄出来的。一般农民都知道,只有驢、馬糞是热糞;牛、羊、猪糞是冷糞,因为牛、羊、猪糞是缺乏这类細菌。土壤中虽然也有少量的这类細菌存在,但它的来源,还是得自施入土壤中的堆肥和馬糞等,而且只有肥沃的土壤中才能保持它的生存,薄瘠的土壤則否。

为了促进堆肥的腐熟，保证发生高热，必需接种高温性纤维分解菌。接种的最简单方法，是加入马粪。农村中的马粪，常不很多，大量麦秆的堆积，马粪就会感到不够，这样可以应用马粪培养液来代替，用量少而效果大。

正在发高热或腐熟良好的堆肥，也可以用来接种，只是用量要多些。需要加入的量，约为麦秆的二成或三成；混合要均匀。在有多量麦秆堆积的场合，用老堆肥接种，不如用马粪培养液来得简便经济。

六、维持堆内适应的酸硷度

大多数细菌，都是在中性或微硷性的环境中作用；一遇到酸性环境，它的作用就要停止，甚至会死亡。如前面所说，微生物在不通气情况下分解有机物的过程中，会产生和积累相当的有机酸，堆积期间很可能形成一个酸性环境，影响微生物的继续作用。为了避免这种情况的发生，可以加一些石灰。华北一带地区，在堆积时如果加用少量的土壤，可以少加石灰；但要注意混合泥土不要过多，否则会妨碍空气流通和温度升高，加多了堆肥的重量，降低了堆肥的质量。

无论堆内变成酸性与否，少量石灰的加入，是没有什么害处的。即使堆肥施用在钙质土中，少量的石灰，也不至有什么影响；要是施用在灰化土中，石灰就成一种很好的肥料了。

七、防止堆积中的肥分损失

堆肥在堆积中，肥分损失有两种情况：一种是从堆肥下面渗漏流失；一种是堆肥上面的氮素肥分的挥发损失。为了防止这两种损失，除了调节材料中的碳、氮比例外，堆积时堆底要

压实,可保持汁液在堆内;堆积完了后,堆的上面要复盖一层約3—4寸厚的土,可防止氮素的揮發。只要能做到减少水分的蒸散和保持堆内的温度,就可减少肥分的損失。

六 高温速成堆肥制造法

一般漚制堆肥的方法,可以分成三种形式:第一种就是地面堆积;第二种是深坑堆积;第三种是半坑式堆积。三种方法中,以半坑式堆积为最好。下面說明的,是各种高温速成堆肥的制造方法,主要是半坑式堆积法。

一、半坑式堆积法

半坑式堆积法的优点,主要是:第一,半坑式比較深坑式或地面堆积,費工少,堆积易,管理、操作都很方便;第二,有的地方,下水位比較高,尤其是在低窪地区,若是用深坑堆积,下面容易水浸,下雨的时候,地面上的水容易流入坑内,使坑内积蓄水分,半坑式堆积則不会这样;第三,半坑式比地面堆积,易于保存水分,减少蒸發,复土也較便利,而且無論在冬、夏,坑里的温度比較稳定。

据前华北农業科学研究所兩年来的試驗:半坑式堆积里面所發生的高温,最高达到摄氏79.5度,一般都能达到摄氏75度左右的温度。摄氏70—75度的温度,可以維持三、四天;摄氏60度以上的温度,可以維持10—16天。这样高的温度和这样長的时间,不仅可以促进堆肥迅速腐熟,同时可以消除粪堆内遺留的作物害虫、病菌。一般作物害虫病菌的致死温度和