

堆肥科学与技术

【美】L.F. 迪亚兹 (L.F. Diaz)

【意】M. de 贝托尔迪 (M. de Bertoldi)

【德】W. 比德林麦尔 (W. Bidlingmaier)

【英】E. 斯滕蒂福德 (E. Stentiford)

著

鞠美庭 刘金鹏 赵晶晶 等译



COMPOST
SCIENCE
AND
TECHNOLOGY



化学工业出版社



堆肥科学与技术

【美】L.F. 迪亚兹 (L.F. Diaz)

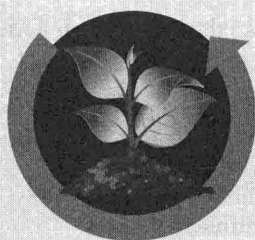
【意】M. de 贝托尔迪 (M. de Bertoldi)

【德】W. 比德林麦尔 (W. Bidlingmaier)

【英】E. 斯滕蒂福德 (E. Stentiford)

著

鞠美庭 刘金鹏 赵晶晶 等译



COMPOST SCIENCE AND TECHNOLOGY



化学工业出版社

· 北京 ·

本书共分为 12 章, 内容主要包括堆肥的历史、堆肥化过程中的微生物学、堆肥过程的影响因素、堆肥过程的应用体系、堆肥工厂的设计、堆肥的品质和堆肥的农艺使用、生物修复、致病因子、堆肥对土传植物病原菌的抑制、堆肥厂的气味排放、堆肥的营销。

本书可为堆肥领域的技术人员进行科学研究提供理论、方法和案例, 也可供高等院校环境等相关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

堆肥科学与技术/[美] 迪亚兹 (Diaz, L. F.) 等著; 鞠美庭, 刘金鹏, 赵晶晶等译. —北京: 化学工业出版社, 2012.12

书名原文: Compost Science and Technology

ISBN 978-7-122-15562-7

I. ①堆… II. ①迪…②鞠…③刘…④赵… III. ①堆肥-研究 IV. ①S141.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 241654 号

Compost Science and Technology, 1st edition/by L. F. Diaz, M. de Bertoldi, W. Bidlingmaier, E. Stentiford

ISBN 978-0-08-043960-0

Copyright © 2007 by Elsevier. All rights reserved.

Authorized simplified Chinese translation edition jointly published by Chemical Industry Press and Elsevier (Singapore) Ltd, 3 Killiney Road, # 08-01 Winsland House I, Singapore 239519.

ISBN 9789812728449

Copyright © 2013 by Elsevier (Singapore) Pte Ltd.

Copyright © 2013 by Chemical Industry Press.

All rights reserved.

This edition is authorized for sale in China only, excluding Hong Kong SAR and Taiwan. Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. Violation of this Law is subject to Civil and Criminal Penalties.

本书中文简体字翻译版由化学工业出版社与 Elsevier (Singapore) Pte Ltd. 在中国大陆境内合作出版。本书仅限在中国境内 (不包括香港特别行政区及台湾地区) 出版及标价销售。未经许可, 不得盗印、出口, 违者必究。

北京市版权局著作权合同登记号: 01-2010-8021

责任编辑: 满悦芝

责任校对: 洪雅姝

文字编辑: 荣世芳

装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 北京云浩印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 15 字数 361 千字 2013 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 68.00 元

版权所有 违者必究

译者序

堆肥科学在 20 世纪 30 年代开始发展，并在城市固体废物处理中开始应用。随着固体废物种类和处理量的增加，堆肥处理已成为有机固体废物处理的首选方法。本书从堆肥的历史讲起，以堆肥科学为主线，结合堆肥应用的大量实例，详尽介绍了堆肥科学的理论基础、应用体系和相关设施建设，并对堆肥的市场化进行了探讨，介绍了堆肥在欧洲主要国家的应用与推广情况。本书的翻译出版可为我国学者和相关技术人员进行堆肥科学研究提供理论、方法和案例。

本书由鞠美庭（南开大学）、刘金鹏（南开大学）和赵晶晶（胶州市实验中学）主持翻译并统稿。各章翻译人员分别为：第 1 章，刘乐、刘金鹏、赵晶晶、鞠美庭；第 2 章，王雁南、刘金鹏、赵晶晶、鞠美庭；第 3 章，王雁南、刘金鹏、赵晶晶、鞠美庭；第 4 章，刘金鹏、王雁南、赵晶晶、鞠美庭；第 5 章，吴文韬、刘金鹏、赵晶晶、鞠美庭；第 6 章，刘金鹏、刘乐、赵晶晶、鞠美庭；第 7 章，吴文韬、刘金鹏、赵晶晶、鞠美庭；第 8 章，黄访、刘金鹏、赵晶晶、鞠美庭；第 9 章，刘乐、刘金鹏、赵晶晶、鞠美庭；第 10 章，刘金鹏、黄访、赵晶晶、鞠美庭；第 11 章，刘金鹏、展刘洋、赵晶晶、鞠美庭；第 12 章，黄访、刘金鹏、赵晶晶、鞠美庭（以上未注明单位者的单位均为南开大学）。

本书得以翻译出版要感谢化学工业出版社的大力支持。

由于译者时间及水平有限，疏漏之处在所难免，希望广大读者批评指正。

译者

2013 年 2 月于南开园

废物管理系列

卷 1: 废物材料结构: 环境保护的循环利用技术与工程

G. R. Woolley, J. J. J. M. Goumans 和 P. J. Wainwright (编)

卷 2: 放射性废物和天然类似物的地质处置

W. Miller, R. Alexander, N. Chapman, I. McKinley 和 J. Smellie

卷 3: 耐久放射性废物的处理原则和标准

N. Chapman, S. McCombie (编)

卷 4: 固体废物: 评估、监测和治理

I. Twardowska, H. E. Allen, A. F. Kettrup, W. J. Lacy

卷 5: 橄榄加工废物管理: 文献评论和专利调查、再版

M. Niaounakis 和 C. P. Halvadakis

卷 6: 废水处理的生物颗粒技术

J. -H. Tay, S. T-L. Tay, L. Yu, S. K. Yeow 和 V. Ivanov

卷 7: 冶金废物的资源恢复与再利用

S. R. Rao

废物管理系列 8

堆肥科学与技术

L. F. Diaz

CalRecovery 有限公司

康科德, CA94520, 美国

M. de Bertoldi

工业微生物部

乌迪内大学, 乌迪内 33100, 意大利

W. Bidlingmaier

废物管理研究所

魏玛包豪斯大学, 魏玛, 德国

E. Stentiford

土木工程学院

利兹大学, 利兹 LS2 9JT, 英国

为了纪念

Dr. Clarence G. Golueke

1911～2004

前 言

这本书是在几位编者讨论近期堆肥科学的巨大进步的过程中产生的。通过这些讨论我们发现对这样一本可以彻底、客观地描述堆肥科学现状的著作的需求。因此，编者主动承担了向世界堆肥领域的顶尖科学家约稿的任务。

通过阅读此书，我们会发现关键目标在书中明确得到了体现。书中各章节的编辑工作是愉快的，更加荣幸的是，在此过程中能够有机会和一些学校紧密合作。我们真心希望此书能够在堆肥工作的指导、设计、运行和监管方面发挥作用。

作者

A. Benedetti

植物营养学实验研究所 (ISNP)
罗马, 意大利

W. Bidlingmaier

魏玛包豪斯大学
魏玛, 德国

R. Böhm

霍恩海姆大学
斯图加特 德国

M. T. F. Chang

乌迪内大学
乌迪内, 意大利

A. Chiumenti

乌迪内大学
乌迪内, 意大利

M. Civilini

乌迪内大学
乌迪内, 意大利

M. de Bertoldi

乌迪内大学
乌迪内, 意大利

U. de Bertoldi-Schnappinger

Schnappinger & Partner
慕尼黑, 德国

L. F. Diaz

CalRecovery 有限公司
康科德, 加利福尼亚, 美国

L. L. Eggerth

CalRecovery 有限公司
康科德, 加利福尼亚, 美国

H. Insam

因斯布鲁克大学
因斯布鲁克, 澳大利亚

L. Iseppi

乌迪内大学
乌迪内, 意大利

J. Mücken

魏玛包豪斯大学
魏玛, 德国

G. Petruzzelli

土壤化学研究所
比萨, 意大利

B. Pezzarossa

土壤化学研究所
比萨, 意大利

J. Postma

国际植物研究所
瓦格宁根, 荷兰

G. M. Savage

CalRecovery 有限公司
康科德, 加利福尼亚, 美国

P. Sequi

植物营养学实验研究所
罗马, 意大利

F. Tittarelli

植物营养学实验研究所
罗马, 意大利

J. D. van Elsas

格罗宁根大学
哈勒岛, 荷兰

目 录

1 前言	1
L. F. Diaz	1
1.1 原则	1
1.2 堆肥的作用	2
1.3 结论	3
1.4 参考文献	3
2 堆肥的历史	4
L. F. Diaz 和 M. de Bertoldi	4
2.1 新石器时代和早期文明	4
2.2 二十世纪	5
2.3 参考文献	12
3 堆肥化过程中的微生物学	17
H. Insam 和 M. de Bertoldi	17
3.1 前言	17
3.2 堆肥化和堆肥产品的定义	17
3.3 底物	18
3.4 堆肥各过程分段介绍	20
3.5 堆肥化过程中涉及的微生物	22
3.6 碳氮平衡	25
3.7 腐熟度的先进微生物分析	26
3.8 参考文献	28
4 堆肥过程的影响因素	32
L. F. Diaz 和 G. M. Savage	32
4.1 底物	32
4.2 环境因素	34
4.3 堆肥化过程进程	37
4.4 指示物	39
4.5 稳定程度的确定	39
4.6 参考文献	41
5 堆肥过程的应用体系	43
L. F. Diaz, G. M. Savage, L. L. Eggerth 和 A. Chiumenti	43
5.1 引言	43
5.2 设备使用目的	43
5.3 系统选择的准则	44

5.4	堆肥系统的一般分类	45
5.5	后处理	55
5.6	参考文献	55
6	堆肥工厂的设计	56
	U. de Bertoldi-Schnappinger	56
6.1	公众认可	56
6.2	工业建筑的寿命	56
6.3	设计的经济效益	56
6.4	跨学科领域合作	57
6.5	城市化和区域化方案	58
6.6	选址	58
6.7	交通	60
6.8	生态、气候和区域情况	60
6.9	无障碍通行	60
6.10	建筑格局	61
6.11	露天区域设计	64
6.12	结构与侵蚀	65
6.13	地面	67
6.14	建筑结构的保护	69
6.15	屋顶	69
6.16	外墙	70
6.17	建筑内不同堆肥系统的影响	71
6.18	管理控制大楼	72
6.19	防火	72
6.20	噪声	73
6.21	灯光	73
6.22	生态方面	73
6.23	参考文献	73
7	堆肥品质和堆肥的农艺使用	75
	F. Tittarelli, G. Petruzzelli, B. Pezzarossa, M. Civilini, A. Benedetti 和 P. Sequi	75
7.1	引言	75
7.2	土壤肥力及其改进	76
7.3	参考文献	88
	附录 I 对食物链危害的评价	91
	附录 II 有机废物中的蚯蚓粪便	95
8	生物修复	99
	G. M. Savage, L. F. Diaz	99
8.1	毒性分子的堆肥生物降解	99
8.2	土壤净化	106

8.3 结论	107
8.4 参考文献	107
9 致病因子	110
R. Böhm	110
9.1 综述	110
9.2 细菌	111
9.3 病毒	113
9.4 真菌	113
9.5 寄生虫	114
9.6 卫生	115
9.7 再生预防	121
9.8 指示物	121
9.9 参考文献	124
10 堆肥对土传植物病原菌的抑制	127
J. D. van Elsas 和 J. Postma	127
10.1 引言	127
10.2 疾病抑制性堆肥的产生	128
10.3 抑制堆肥的使用	131
10.4 结束语	132
10.5 鸣谢	133
10.6 参考文献	133
11 堆肥厂的气味排放	136
W. Bidlingmaier 和 J. Müssen	136
11.1 前言	136
11.2 气味的定义、测量和产生	136
11.3 臭气流速测定和臭气物质侵害	142
11.4 臭气数据的评级和对比	148
11.5 堆肥系统的模块类型及各自的臭气排放	151
11.6 堆肥厂的空气通风	167
11.7 堆肥厂臭气标注表的准备	172
11.8 堆肥厂臭气注入案例	176
11.9 总结和展望	182
11.10 参考文献	183
附录 A 模块类型：标注表	186
第 12 章 堆肥的营销	199
L. L. Eggerth, L. F. Diaz, M. T. F. Chang 和 L. Iseppi	199
12.1 引言	199
12.2 堆肥市场	199
12.3 堆肥产品使用的局限性	203

12.4	市场的发展	208
12.5	欧盟主要国家堆肥市场的真实经济价值	211
12.6	欧盟国家堆肥的质量认证和标识	213
12.7	参考文献	217
索引		219

1 前 言

L. F. Diaz

1.1 原则

在过去的几年里，世界上许多国家都建立并实施了一系列规章制度，要求社会所产生废物的循环利用率要达到 15%~55%。制定和实施全面的废物管理规划，使其中不同的要素相协调，以及采用经济高效的手段是实现这一目标的必要条件。规划中元素的协调性使得废物“综合”管理这一术语被广泛采用。在固体废物管理的术语中，“综合”一词要与系统、方案、运转等一起使用，即通过设计或安排使系统、方案、运转中的要素相互匹配。此外，废物综合管理还要求形成或融合一个社会范围或区域范围的管理层次。许多情况下，综合都被曲解为主要关注固废的治理，即减少污染源、循环再利用和堆肥化。然而，一个完整的废物综合管理规划所包含的内容远远多于固废的治理。一个成功的综合性规划必须考虑到其他方面的技术问题，如贮藏、收集、运输、处理以及最终处置。并通过设计使所有的这些要素互相协调。另外，诸如行为规范、经济状况、财政情况、公众教育、公共关系以及培训等其他相关的非技术成分一定要对技术起到战略性支持作用 [Diaz 等，1982 (a)、(b)]。

可以将综合认为是一种设计理念，将行动或运转的每个环节设计成为像一个整体一样高效协调，使每个单元对相邻单元都能起到支持和补充的作用。本章旨在说明有效地综合和结果之间的关系。将堆肥化作为固体废物综合管理的关键部分来重点介绍。

1.1.1 定义和含义

有关固废综合管理（或其他综合性系统、活动）的讨论应当从综合的含义开始。但目前，“综合”已经成为了一个流行术语，人们几乎肯定能在推荐的废物管理企业，甚至是一些比较老的企业商标或称号中见到这个词。在继续讨论之前，需要强调的是“综合”一词的意义并不是简单地将无关或独立的功能单元放到一起。当然，这样的说明方式有些夸张，但它的确有助于说明对该术语的误用，并为讨论其真实含义设定了平台。

对“整体化”定义的四种版本中，“形成或融合为一个整体”这一解释与本章所要阐述的最为接近。此外，形成或融合还要求单元间重叠部分最小，且每个单元在发挥最大功效的同时又不干扰其他单元的运行，也就是不仅不能对其他单元有干扰，并且还要对其他单元有推动作用。

从前面的探讨中可以发现，“综合”与“集合”显然是不同的，它并没有任何特殊的规模要求。因此，一个固废综合管理的运转或系统可能只包括几个运行单元。例如，在一个单一管理系统（个人或企业）中可以仅包括贮藏、收集、处理三部分。然而，这个术语的现代用法有扩展其应用范围的趋势，包含了废物处理的技术和非技术方面（即管理、经济、社会、文化等要素）的问题。

1.1.2 综合与策略的区别

对定义和含义的探讨要归结到综合与策略的区别。它们的区别在于，综合化是指做什

么,而策略是指如何实现综合化。因此,策略决定的是具体方法的类型,或者说是综合的一种模式。

1.1.3 综合化与有利影响之间的关系

对综合化原则的探讨意在说明综合化及其相关利益的内在联系。通过从无序到有序、差异到统一的化繁为简的转变,使综合化实现其有利结果。其中,简捷有序不会为功能的重叠或不必要的重复留下空间,提升效率的同时降低了条件要求。效率主要包括以下内容:设备性能、能耗、维护条件及占地情况。随着探讨的深入,其他的一些有利效果更加显而易见。

谈到利益,在当前的固废管理形式下,需要强调的是所有与综合化相关的利益对几乎所有固废管理企业的成功至关重要,尤其是涉及资源回收的企业。总之,在许多情况下,可利用土地的缺乏以及最终处理设备所存在的严格选址等问题越来越严重,使得资源修复变得更紧迫。因此,高水平的综合化必须是当前和未来大多数固废处理企业的重要特征(Golueke等,1980;Diaz等,1982b,1987;Savage,1990)。

1.2 堆肥的作用

堆肥化处理有机残留物,并使其稳定化,已经在世界范围内使用了多年。起初,在城市固体废物(MSW)管理中,强调了对于MSW中有机部分的堆肥化处理;下水道污泥(生物固体)可以作为氮源和磷源,并加入少量钾来丰富有机质,从而促进堆肥进程(Rodale,1943;Truman,1949;Golueke,1950,1953,1972,1977)。

最初设计的中等和大规模堆肥化工序是用来处理整个城市固体废物流。当初设备的设计适用于当时的城市固体废物,其主要成分是生物性物质。然而,在主要的工业化国家,处理设备的设计并没有随着废物特征的改变而改良。在北美和西欧,废物特征和其他因素导致一些设备停用。

20世纪70年代后期,堆肥的重点发生了剧烈的转变。其中,设备的设计要满足对大量基质的处理需要,包括肥料和城市固体废物的有机部分及其他生物固体。在美国,这一转变主要是对生物固体处理方法的迫切需求的结果,但这些方法不是焚化法或填埋法。堆肥化可以满足这个需求,尤其当考虑到脱水作用时,生物固体处理已经相当先进。在新装置中,生物固体通过脱水浓缩完全成为固态,并加入填充剂,从而使得堆肥化变得切实可行。虽然起初的时候不太麻烦,但这一规定最终演变成为财政问题。随着财政能力的恶化,垃圾堆肥的可行性再次引起了人们的关注。因此,使用垃圾的有机成分来替代填充剂的可能性引起了关注(Golueke,1977;Cal Recovery Systems,1983;Goldstein,1987)。

国家、州及地方政府制订的法规要求、循环再利用目标、水土资源保护及其他目标推动着废物管理者寻找新的替代方法减少废物的土地处理量。基于城市垃圾(即数量相对较多的有机物质)的数量和特征,生物处理法尤其是堆肥化提供了一种全面、高效、经济的处理方法。

后面的章节还会对堆肥化处理有机残渣所带来的诸多便利和一些缺点进行说明。堆肥化可以在不同工艺水平和不同规模(从场院到集中处理设备)下进行,此外,堆肥产品还可以广泛应用于世界各地。

1.3 结论

多种处理过程的综合是实现废物的高层次处理和减少我们对土地处理的依赖所必需的。由于大部分固体废物都含有有机质,因此,对城市固体废物中有机部分的收集和处理会对减少垃圾填埋数量的管理及其他要求有所帮助。堆肥化是一种简单经济的有机废物处理方法。此外,堆肥化还有许多益处:提高处理厂的使用寿命;减少了由填埋所产生的渗出液数量和危害;减少了由填埋所产生的废气。

1.4 参考文献

- Cal Recovery Systems, Inc. (1983). *Feasibility evaluation of municipal solid waste composting for Santa Cruz County, California*, Report prepared for the California Waste Management Board.
- Diaz, L. F., Savage, G. M., & Golueke, C. G. (1982a). *Resource Recovery from Municipal Solid Wastes; Vol. I*. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, USA.
- Diaz, L. F., Savage, G. M., & Golueke, C. G. (1982b). *Resource Recovery from Municipal Solid Wastes; Vol. II*. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, USA.
- Diaz, L. F., Savage, G. M., & Golueke, C. G. (1987). An integrated resource recovery system. *Biocycle*, 28 (10), 47-52.
- Goldstein, N. (1987). Composting picks up steam. *Biocycle*, 28 (9), 27-30.
- Golueke, C. G. (1950). *Composting for disposal of organic refuse*. Sanitary Engineering Research Project, University of California, Berkeley, California, USA, Technical Bulletin No. 1.
- Golueke, C. G. (1953). *Reclamation of municipal refuse by composting*. Sanitary Engineering Research Project, University of California, Berkeley, California, USA, Technical Bulletin No. 9.
- Golueke, C. G. (1972). *Composting-A Study of the Process and its Principles*. Rodale Press, Inc. Emmaus, Pennsylvania, USA.
- Golueke, C. G. (1977). *Biological Reclamation of Solid Wastes*. The J. G. Press, Inc. Emmaus, Pennsylvania, USA.
- Golueke, C. G., Lafrenz, D., Chaser, B., & Diaz, L. F. (1980). Composting combined refuse and sewage sludge. *Compost Sci./Land Util.*, 21, 42.
- Rodale, J. I. (ed.) (1943). *Compost-And How to Make it*. Rodale Press, Inc. Emmaus, Pennsylvania, USA.
- Savage, G. M. (1990). Design of integrated solid waste management systems. Presented at the *Thirteenth Annual Madison Waste Conference on Municipal and Industrial Waste*, University of Wisconsin-Madison, USA.
- Truman, H. A. (1949). *Disposal of Wastes-Composting*. The New Zealand Institution of Engineers, Wellington, New Zealand.

2 堆肥的历史

L. F. Diaz 和 M. de Bertoldi

2.1 新石器时代和早期文明

城市垃圾的产生及其管理的历史伴随着人类文明和城市化而产生。

在新石器时代，自人类开始居住在城市聚落，生活习惯就开始从狩猎和采集向种植和饲养转变。当居住区确定后，人们便逐渐开始使用垃圾坑。第一个垃圾坑是在 6000 年前苏美尔人所居住的城市发现的，它由石头组成，建设在房屋外面。城市有机垃圾存储在这些垃圾坑中，并最终施用于农田（Uhlig, 1979; Martin 和 Gershuny, 1992）。

南美、印度、中国和日本的早期居民都使用集约型农业，他们利用农作物、动物和人类排泄物作为肥料（Howard, 1943; 食物和农业管理, 1978）。很多残余物堆放在坑中或者堆放成堆任其腐烂很长一段时间，用于制造土壤改善剂。

在希腊克里特岛的克诺索斯发现了另一个有着类似应用的大型垃圾坑，它建在城市的外围，是公元前 1800~2100 年米诺斯-迈锡尼文明的产物（Wilson, 1977, de Bertoldi 和 Zucconi, 1986）。

在罗马帝国的鼎盛时期，其首都拥有一百万居民，人们开发了先进的垃圾处理系统，由帝国管理部门组织和维持。为了维护城市的卫生条件，城市垃圾由固定人员定期收集，并运出城镇，最后施用于农田。

类似的，在前文艺复兴时期的佛罗伦萨，农车在早上把食物运进城中，晚上则满载着可施用于农田的垃圾离开城市（Altomonte, 1982）。

对“堆肥化”最精确和专业的描述之一出自 13 世纪圣殿骑士团的记录。圣殿骑士团是十字军东征时期的军队代号。在穆斯林教徒占领巴勒斯坦的圣地后，圣殿骑士团被迫迁移到西班牙和法国南部，在那里，他们把大部分时间都用于农业生产中。他们租种农田，但其中部分农田已经被穆斯林教徒从西班牙撤退时毁坏，且废弃多年。有关租用土地、捐赠的合约和许多关于如何恢复废弃的农田的条款详细地写在当时的法典中。这些文件仍然有一部分保存在一些档案馆中，例如马德里国家图书馆、马德里国家历史档案馆（法典的 B 和 R 部分）；一些原稿则保存在 Fitero、Poblet、Sates Cruces 和 Huerta 修道院；在 Caceres Deputation 档案馆，保存了有关圣殿骑士团在西班牙埃斯特雷马杜拉地区最大的“Commanderie”农场的手稿（de Bertoldi, 1999）。这些十三世纪时抄写的原稿里记载了当时圣殿骑士团用于恢复贫瘠和废弃农田的土壤肥力的技术。关于堆肥系统的描述可以从不同起始材料的准备开始，包括颗粒大小、长度和树枝碎屑的直径，从而保证各种堆肥产物能够适用于不同的作物。同时木料和牲畜粪便与湿度之间的比值也得到了仔细的测定。在堆肥起始混合物准备好之后，确切地叙述了料堆的尺寸，包括横切面的三角形和梯形尺寸。为了减少蒸发引起的水分流失，在堆肥过程中料堆上面覆盖了树枝或者土壤。除此之外，还叙述了单一材料的处理时间，并提出了不同堆肥产物（数量和使用时间）对各种蔬菜或果树的使用建议。