



林 业

废料饲料加工技术



林业废料饲料加工技术

中国林业科学研究院
林产化学工业研究所

周维纯 编著

江苏科学技术出版社

林业废料饲料加工技术

周维纯 编著

出版：江苏科学技术出版社

发行：江苏省新华书店

印刷：盐城市印刷厂

开本787×1092毫米 1/32 印张5.5 字数115,100

1985年9月第1版 1985年9月第1次印刷

印数 1—3,750 册

书号：15196·165 定价：0.84 元

责任编辑 冯育北

前 言

饲料工业是一门新兴的工业，它对于支持畜禽养殖业的发展，合理利用资源，搞活农村经济，具有不可低估的意义。据1983年4月16日《人民日报》报道，我国目前饲料年生产能力虽达510万吨，但全国饲养业每年大约要消耗饲料5,000万吨，可见目前的产量还远远不能满足我国饲养业发展的需要，因此，必须加快建设饲料工业。

从林业废料开发饲源，发展饲料工业，我国资源潜力很大。据测算，一棵树伐倒锯成原木，只用其百分之六十五；由原木加工成板方材，只利用了原木的百分之七十；由板方材再加工成细木工制品，又有一半左右的好材变成了下脚料。这样，一棵树从砍伐到加工成成品，就产生了大量的废材废料。一般把森林抚育和采伐时，剥下的树皮，砍下来的梢头、枝丫、树叶、树根等；木材加工时，产生的锯末、板皮、刨花等；以及造纸厂的废液，统称“林业废料”。按目前年产3,800万立方米原木计算，采伐、加工时可出废料约1,820万立方米，其中，采伐废料760万立方米，加工废料610万立方米，树皮450万立方米。其实我国木材年产量远不止上列数字，再加上成林抚育、低产林改造，其废料数量是相当大的。据调查，我国每年采伐、加工废料的利用量还不到100万立方米，利用率仅为百分之七，树叶、树皮基本上没有利用；约有百分之九十以上的废材废料残留在林地，任其腐烂或焚烧，不仅浪费森林资源，又易引起森林火灾；松树枝叶残留地面，还会造成土壤酸化，招引病虫

害。因此,如果我们采取措施,将这些林业废料集中起来,用机械或化学方法加工,制造出多种多样的、价廉物美的饲料和添加剂,无疑,这对充分利用林业资源,开辟饲料新来源,促进饲料工业和饲养业的发展,繁荣山区和农村经济,是大有好处的。

为了适应当前农村和林区发展林业废料饲料加工业的需要,我们在研究和总结国内外在林业废料饲料加工技术的基础上,编写了这本《林业废料饲料加工技术》。

全书共分六章:第一章介绍了松针叶粉和槐树叶粉的生产技术;第二章叙述了叶绿素—胡萝卜素软膏、细胞液汁、树叶浸液、维生素原浓缩物、蛋白质—维生素浓缩物、脱镁叶绿素和松针油釜残物质等树叶化学产品饲料加工技术;第三章阐述了树干、树枝、树皮、木屑、刨花、木片、废纸、纸板、纸浆和木素硫酸盐等废材废料加工的木质饲料;第四章介绍了饲料水解糖、饲料酵母、糖蛋白饲料、糖矿物添加剂和饲料保藏剂的生产技术;第五章叙述了林业青贮饲料的生产技术;第六章简述了林业配合饲料的生产技术。本书在叙述各类林业废料制成饲料产品的技术时,不仅介绍了国内外的新技术、新产品,而且分别介绍了各种饲料产品的营养价值,以及饲喂家畜、家禽的实际效果。

本书中所介绍的松针叶粉和叶绿素—胡萝卜素软膏是我国70年代末和80年代初研制的新的饲料添加剂产品。该产品的研究技术,曾荣获1982年度林业部颁发的重大科技成果三等奖。同样,松针叶粉生产设备及工艺的研究技术,曾获1983年度江苏省人民政府颁发的重大科技成果三等奖,同年又获得国家经济委员会颁发的“金龙奖”奖牌。上述研究技术是中国林科院林产化学工业研究所、连云港市农业机械厂、连云

港市塘沟林场和浙江省木材公司等单位共同研制和完成的。

这本书适合广大农村农民和饲养专业户阅读使用：可供从事林业、林化、农业、畜牧、饲料、轻工、化工等生产部门工作人员阅读，也可供科研单位和大专院校有关人员参考。

由于水平所限，经验不足，谬误之处，在所难免，谨请广大读者批评指正。

作者于南京

1983年6月

目 录

第一章 树叶粉饲料生产 (1)

一、松针叶粉..... (1)

(一) 松针叶粉的营养价值..... (2)

(二) 松针叶粉的生产方法..... (6)

(三) 松针叶粉生产规章制度..... (17)

(四) 松针叶粉产品质量检验..... (21)

(五) 松针叶粉在畜禽饲养业上的应用..... (25)

二、槐树叶粉..... (31)

(一) 槐树叶粉的采集和加工..... (32)

(二) 槐树叶粉的营养价值..... (32)

(三) 槐树叶粉作饲料的实际应用..... (34)

第二章 树叶化学产品饲料生产 (38)

一、叶绿素—胡萝卜素软膏..... (38)

(一) 叶绿素—胡萝卜素软膏生产方法..... (38)

(二) 叶绿素—胡萝卜素软膏皂化过程的控制..... (43)

(三) 叶绿素—胡萝卜素软膏产品质量检验..... (44)

(四) 叶绿素—胡萝卜素软膏在畜禽饲养业上的

应用·····	(48)
二、细胞液汁·····	(53)
三、树叶浸液·····	(55)
(一) 树叶浸液浸提方法·····	(55)
(二) 树叶浸液喂猪、牛、水貂的实际效果·····	(57)
四、维生素原浓缩物·····	(57)
(一) 维生素原浓缩物的生产方法·····	(58)
(二) 维生素原浓缩物喂猪、水貂和家兔·····	(59)
五、蛋白质—维生素浓缩物·····	(60)
六、脱镁叶绿素·····	(64)
七、松针油釜残物质·····	(66)
第三章 废材木质饲料生产·····	(70)
一、废材饲料的价值·····	(70)
二、废材木质饲料·····	(71)
(一) 树干木材和全树削片·····	(71)
(二) 树枝·····	(78)
(三) 树皮·····	(83)
(四) 木屑、刨花和木片·····	(87)
(五) 废纸、纸板和纸浆·····	(91)
(六) 木素磺酸盐·····	(92)

三、废材饲料加工技术	(93)
第四章 木材糖化饲料生产	(107)
一、饲料水解糖	(107)
(一) 饲料水解糖生产工艺	(107)
(二) 饲料水解糖化学组成	(109)
(三) 饲料水解糖的贮存和运输	(114)
(四) 饲料水解糖在畜牧业上的应用	(115)
二、饲料酵母	(118)
(一) 饲料酵母的营养价值	(119)
(二) 饲料酵母生产方法	(122)
(三) 饲料酵母的产品规格和检验方法	(124)
(四) 饲料酵母在畜牧业上的应用	(125)
三、糖蛋白饲料	(126)
(一) 糖蛋白饲料的营养价值	(126)
(二) 糖蛋白饲料的生产方法	(128)
(三) 糖蛋白饲料在畜牧业上的应用	(130)
四、糖矿物添加剂	(132)
(一) 糖矿物添加剂制备工艺	(133)
(二) 糖矿物添加剂在畜牧业上的应用	(136)
五、饲料保藏剂	(140)
(一) 亚硫酸盐纸浆废液	(140)

(二) 木材水解液	(142)
第五章 林业青贮饲料生产	(144)
一、青贮的原理	(144)
二、林业青贮饲料的调制	(145)
三、青贮窖的制造	(147)
四、林业废料的青贮方法	(149)
五、林业青贮饲料的化学成分	(153)
六、林业青贮饲料喂牛的效果	(155)
第六章 林业配合饲料的生产	(157)
一、林业配合饲料的原料和产品特性	(158)
(一) 林业配合饲料的原料及其配合用量	(158)
(二) 林业配合饲料产品的特性	(160)
二、林业配合饲料制备技术	(160)
三、林业配合饲料喂牛的效果	(163)

第一章 树叶粉饲料生产

一、松针叶粉

松针叶粉是一种新型的林副产品，它的原料主要来源于松林抚育和采伐时，丢弃在林地上的枝丫、梢头、嫩枝和绿叶等废料。

松针叶粉作畜禽饲料，在国外已有20多年的历史。苏联从1955年建立第一个年产45吨松针叶粉加工厂以来，到1983年已发展到350个松针叶粉加工厂，年产量已达20万吨，但还远远不能满足需要。据报道，苏联国内松针叶粉最大市场需要量，估计每年约为200万吨。

我国近几年来，在中国林业科学研究院林产化学工业研究所主持下，于1979年初，便开展了对马尾松、黄山松、黑松、红松、油松、云南松及辽东冷杉针叶的某些化学成分的测定和利用松针叶制备饲料粉的研究。首先研究了用土法加工松针叶粉的方法，后又研究了通过工业的方法，将松针叶加工成叶粉。自从1981年我国第一座松针叶粉加工厂，在江苏省连云港市墟沟林场建成投产以来，安徽省沙河集林总场、云南省华坪林业局、福建省永安伐木场和广东省封开县林化厂等单位也先后建立了这类加工厂。目前还有许多省份正在筹建这样的加工厂。松针叶粉生产工业发展很快，主要原因是利用松针叶作饲源比其它青绿饲料（如苜蓿粉等）有如下的优越性：

(1)松针叶可以从森林抚育、采伐废料中收集，不需要用专门的农田进行培育；

(2)松针叶粉生产可常年作业，原料和产品均无贮藏必要；

(3)松针叶水分含量低，干燥时节省燃料的消耗，生产成本低；

(4)使用树叶全部重量，没有生产废物；

(5)生产工艺简单，容易推广；

(6)目前已具有高度的机械化和自动化生产设备。

(一) 松针叶粉的营养价值

松针叶粉的营养价值和它含有的生物活性物质、蛋白质、脂肪和微量元素有关。我国几种松针叶粉的营养成分见表1—1。

表1—1 几种松针叶粉的营养成分

叶粉 试样	水分 (%)	粗蛋白 (%)	粗脂肪 (%)	粗纤维 (%)	无氮浸出物 (%)	灰分 (%)	钙 (%)	磷 (%)	叶绿素 (毫克/公斤)	胡萝卜素 (毫克/公斤)	维生素C (毫克/公斤)
马尾松	11.04	9.84	7.62	26.84	42.02	3.00	0.39	0.05	1,840	292	2,566
黄山松	10.97	11.92	7.06	28.60	39.17	2.28	1.04	0.04	2,220	273	527
赤松	6.01	10.60	13.10	26.48	40.90	2.91	0.45	0.03	1,057	117	954
黑松	6.92	7.12	3.80	31.06	48.20	3.35	0.57	0.04	927	167	617
红松	17.62	8.35	7.78	29.04	32.06	5.15	1.47	0.06	794	72	—
油松	9.80	8.05	10.18	29.32	48.23	4.22	0.48	0.13	1,505	78	1,091
云南松	9.50	8.45	6.59	29.02	52.84	3.50	0.89	0.14	1,713	123	2,213
辽东杉	12.92	9.32	7.71	25.51	37.78	6.76	2.41	0.07	1,003	92	889
云杉	6.6	10.00	6.80	20.80	51.26	4.60	8.30	0.80	6,649	215	2,000

1. 维生素

维生素是饲料日粮重要的组成部分，能促进动物正常的生长和发育。经研究松针叶粉中含有维生素A、B、C、K、P、E等。实际上松针叶粉最有价值的组成部分是胡萝卜素。如马尾松松针叶粉中胡萝卜素含量高达200~300毫克/公斤，其它松针叶粉中胡萝卜素含量均在72毫克/公斤以上。

松针叶粉中同样含有B族维生素，经测定松针叶粉中维生素B₂的含量为5~6.9毫克/公斤。表1-2中介绍了松树和云杉叶粉含有的维生素B族。

表 1—2 松树和云杉叶粉中维生素B族的含量
(毫克/公斤)

叶 粉 试 样	B ₁	B ₂	B ₃	B ₅	B ₆	B ₇	B _c
松 树	19	5	27.7	141.4	1.96	0.033	8.2
云 杉	8	7	15.7	28.9	1.96	0.033	7.1

松针叶粉中含有的维生素C比柠檬和柑橙高5倍多，比葱和马铃薯高25倍多。兴安落叶松针叶粉中维生素C含量高达6,570毫克/公斤。一般的松树和云杉叶粉中维生素C的含量也在2,000毫克/公斤以上。

畜禽有机体能同化维生素E 80—85%，而经测定松树针叶粉含有维生素E 360毫克/公斤，云杉叶粉含有维生素E 350毫克/公斤。

新鲜云杉针叶粉含有维生素K12毫克/公斤，松树针叶粉含有20毫克/公斤。同样发现，松针叶粉还含有维生素P、D等。

2. 叶绿素

叶绿素对一般动物有机体能起止血、愈合、降低血压的作

用。经测定云杉针叶粉含有叶绿素6.649毫克/公斤，松树针叶粉含有叶绿素700~2,220毫克/公斤。

3. 蛋白质

松树和云杉针叶粉中的蛋白质含量为7~12%，其含量优于草类植物的绿叶，例如：牧草的蛋白质含量为4.7%，苜蓿4.8%。分析证明，松针叶粉中的蛋白质含有18种不能代替的氨基酸(表1-3)。

表1—3 几种松针叶粉中氨基酸的含量

氨基酸种类	含 量 (毫克/100毫克样品)			
	马尾松	赤松和黑松 (1:1)	油 松	侧 柏
天门冬氨酸	0.73	0.62	0.56	0.98
苏 氨 酸	0.36	0.29	0.28	0.40
丝 氨 酸	0.39	0.27	0.30	0.40
谷 氨 酸	0.76	0.69	0.62	0.85
甘 氨 酸	0.43	0.35	0.32	0.44
丙 氨 酸	0.46	0.37	0.33	0.51
胱 氨 酸	0.10	0.17	0.08	0.13
缬 氨 酸	0.47	0.46	0.36	0.50
蛋 氨 酸	0.06	0.34	0.23	0.22
异亮氨酸	0.32	0.33	0.26	0.37
亮 氨 酸	0.66	0.54	0.49	0.70
酪 氨 酸	0.27	0.24	0.14	0.28
苯丙氨酸	0.45	0.44	0.49	0.54
赖 氨 酸	0.51	0.43	0.35	0.59

(续 表)

组 氨 酸	0.13	0.14	0.11	0.18
精 氨 酸	0.34	0.27	0.33	0.57
色 氨 酸	—	0.09	0.11	0.12
脯 氨 酸	0.29	0.29	0.21	0.39
合 计	6.73	6.33	5.57	8.17

4.脂 肪

松针叶粉中的粗脂肪主要由树脂物质组成，这种树脂物质含有蜡状产品、色素、甾醇等。云杉针叶粉中粗脂肪含量为7%；松树叶粉为12%左右；落叶松叶粉为9~10%。

5.微量元素

松针叶粉中灰分物质为2~6%。经测定灰分中存在许多畜禽有机体需要的微量元素，其中钴、铁和锰的含量与草本豆科植物和阔叶树叶相比，松针叶粉含量较高(表1-4)。

表1—4 树木绿叶、苜蓿和三叶草中微量元素含量
(毫克/公斤)

植 物 原 料	铁	铜	锌	锰	钴
赤 松 针 叶	329	56	38	215	0.53
黑 松 针 叶	335	41	57	231	0.67
欧 洲 松 针 叶	187	6.9	43.7	246	0.088
云 杉 针 叶	158	5.6	31.5	292	0.158
松 树 针 叶	202	6.4	90.0	378	0.271
红 松 针 叶	161	3.6	9.8	238	0.320
鱼 鳞 松 针 叶	39	2.7	4.6	142	2.00

(续 表)

臭 松 针 叶	61	2.6	7.0	531	0.45
苜 蓿	180	11.0	24.0	40	0.11
三 叶 草	93	8.8	20.0	32	0.06
白 桦 树 叶	101	9.0	121.0	30	0.09
马 尾 松 针 叶	504	6.6	42	921	1.20
黄 山 松 针 叶	481	3.9	25	278	0.46

6. 纤 维 素

针叶中不溶解部分称为粗纤维(纤维素、半纤维素、木素、多缩戊糖)。粗纤维在针叶干物质总量中最高可达52%，其中约有一半是木素。在松针叶中半纤维素含量可达15.7%。由于针叶中含有高量的纤维素，所以具有极大的营养价值，如1公斤针叶干物质，经碱液浸透和蒸煮后，营养价值等于1公斤中等质量的干草。粗纤维和无氮浸出物，动物约能消化50%，而含氮化合物消化较少，约10%。

松针叶粉的营养价值应不次于草类植物。如三叶草制成的青绿饲料的饲料单位0.21，而苜蓿0.17，禾本科牧草0.20，松树叶0.28。

(二) 松针叶粉的生产方法

1. 土法加工松针叶粉

为了适应广大农村和山区农民就地加工松针叶粉，中国林业科学研究院林产化学工业研究所等单位，研究了采用土办法加工松针叶粉的生产技术，其操作步骤如下：

(1)采集 要求用手工采集松枝叶，主要靠手工截断或用柴刀砍断枝丫上的嫩枝。为了控制嫩枝叶中的粗纤维含量，截

断或砍断的嫩枝粗度应不超过0.8厘米，嫩枝叶应保持原来的特有的绿色和特有的松针叶气味；不允许掺有发霉和腐烂的嫩枝叶，也不能用贮放过久变黄的枝叶，因为这些原料营养价值差(表1-5)。

表1—5 原料的质量对松针叶粉质量的影响

叶 粉 试 样	含 水 率 (%)	胡 萝 卜 素 (毫克/公斤)	叶 绿 素 (毫克/公斤)
贮放一星期鲜枝叶	6.20	121.8	1,349
贮放二星期鲜枝叶	8.19	81.4	1,057
贮放一个月发黄枝叶	7.20	60.0	557
遭雨淋发霉枝叶	8.28	45.1	1,105

(2)干燥 从枝叶截断或砍断的嫩枝叶，应摊在水泥地上或民房楼板和蕃薯帘上，厚度5厘米左右，在无阳光照射条件下，让其自然阴干。一般情况下，阴干一星期后，嫩枝叶含水量就可以降低到10%左右。经过这样处理的原料，就可以粉碎。

(3)粉碎 阴干后的嫩枝叶，用饲料粉碎机粉碎成叶粉。叶粉的粒度最好控制在1.2毫米以下，得到的这种细粉末就可直接用于喂禽畜。一般1吨新鲜马尾松针叶可制得450公斤松针叶粉。

(4)贮存 松针叶粉可用黑或其他有色塑料袋包装，亦可用密织麻袋包装。为了使松针叶粉中胡萝卜素少受损失，包装好的松针叶粉应贮藏在避光、通风、干燥、清洁的房间内，地面最好设木架，以防产品受潮发霉。

2. 工业方法加工松针叶粉

为了大批量生产松针叶粉，以满足畜牧业和饲料工业的