

木本饲料资源在肉牛饲养中的应用

第四届全国肉牛生产应用技术与产业经济研讨会

杨富裕

中国农业大学草业科学与技术学院
国家牧草产业技术创新战略联盟
农业部青贮饲草料加工技术集成科研基地
2019年5月31日



内容提纲

- 一、木本饲料概况
- 二、木本饲料资源与开发
- 三、木本饲料加工进展
- 四、木本饲料在肉牛饲养中的应用
- 五、木本饲料发展建议

第四届全国肉牛生产应用技术产业经济研讨会

一、木本饲料概况

1、定义

木本饲料是指乔木、灌木、半灌木及木质藤本植物的嫩枝叶、花、果实、种子及其副产品，既可以直接被放牧利用，又可以通过刈割、采集、加工后作为动物饲料，国际上称之为Wood grass或Woody forage。

Woody forage refers to the leaves, flowers, fruits, seeds and by-products of trees, shrubs, semi-shrubs and woody vines, which can be directly used for grazing, and can be collected, castrated and processed as animal feed. Therefore, Woody forage can also be called as “woody grass”.



2、木本饲料发展历史



3、世界木本饲料资源与利用情况

亚洲

银合欢属、木薯、木豆、相思属、田菁属、刺桐、榕属、大叶合欢、波罗蜜、牧豆树属、罗望子。

尼泊尔：饲料供应的 40%是由木本饲料提供的。

泰国：广泛利用木薯、木豆作为木本饲料。

哥斯达黎加：克拉豆做成青贮饲料喂养。

韩国：大叶速生刺槐制成饲料。

非洲

非洲南部：微白金合欢、
阿拉伯金合欢、阿拉伯胶树、
印楝、风车子属、羊蹄甲属。

非洲北部：仙人掌属、滨
藜属和金合欢属。

东非地区：朱樱花作为饲料创
制近 220 万美元/年的净收入；

肯尼亚：广泛利用银合欢属、
饲料桑和田菁属作为木本饲料。

第四届全国肉牛生产应用技术与产业经济研讨会

澳洲

澳大利亚西南部和南部的**树苜蓿**用于牛的饲喂，东北部的**银合欢属**，西部、南部、维多利亚州和新南威尔士州的**滨藜**；干旱和半干旱地区常用**相思**作为木本饲料；此外，还引入了**朱樱花**、**木豆**、**长角豆**、**牧豆树属**等。

第四届全国肉牛生产应用技术与产业经济研讨会



第四届全国肉牛生产应用技术与产业经济研讨会

美洲

在中美洲和南美洲，尤其是哥斯达黎加、洪都拉斯和哥伦比亚，**克拉豆**因其具有适应干旱气候和酸性土壤条件，被农户用来直接放牧或是制成青贮饲料加以利用。

拉丁美洲本土常见的木本饲料资源有**银合欢属、合欢属、克拉豆和南洋樱**，其中**南洋樱**为最常用的多功能木本饲料植物。

构树概况：

1、构树药用历史

构树能补肾利尿、强筋骨、治皮肤病、疮癣，在《本草纲目》、《名医别录》、《山东树木志》、《山东中草药》等均有记载。其楮实、叶、枝、皮、乳均可入药。

随着构树类药物研究深入，临床上已将构树黄酮用于浅部真菌感染、老年性痴呆以及肝炎等疾病的治疗。



《本草品汇精要》中记载的楮实

2、构树饲料化利用历史

宋朝时百姓已经用楮叶制贮备饲料在天寒时用于养牛。

清代《三农经》、《齐民四术》等也都有将楮叶喂牛的记载。

近代，我国广大农村地区均将构树叶喂猪，因此构树又有“肥猪树”的称呼。



《农书》畜养篇中记载构叶养牛的方法

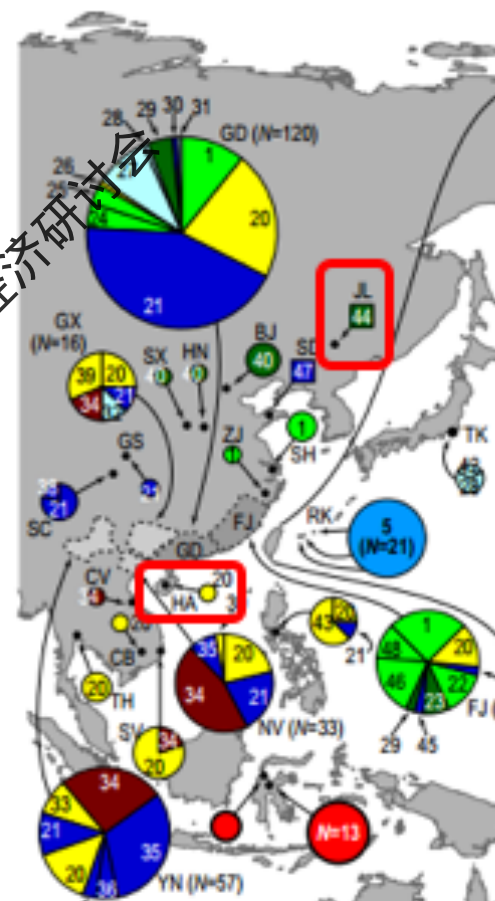
构树饲喂猪

3、构树分布

国内 构树在我国主要分布于华北、华东、西北、西南、中南各省区。



第四届全国肉牛生产应用技术与产业经济研讨会



构树在我国广泛分布
南至海南，北至吉林

Chang, et al. 2016. PNAS.

国外 构树在日本、马来西亚、老挝、印度、泰国、缅甸、越南、韩国、太平洋诸岛等地也均有分布。



老挝构树



第四届全国肉牛生产应用技术与产业经济研讨会

构树自古以来作为人类生产生活、农业畜牧业中的一种重要植物材料，随着人类迁徙扩散至太平洋诸岛。

农业农村部：构树被正式纳入饲料原料目录

2018年4月，中华人民共和国农业农村部第22号公告，将构树纳入饲料原料目录。

中华人民共和国农业农村部公告

第22号

为丰富饲料原料来源，促进饲料行业发展，根据《饲料和饲料添加剂管理条例》，按照《饲料原料目录》（2018版）和《饲料添加剂目录》（2018版）“6.5.4 其他”饲料原料和饲料添加剂，经“8. 其他饲料、添加剂产品及加工产品”饲料添加剂，经“8.6.5.4 其他”饲料添加剂和饲料添加剂“13. 其他饲料原料”类别（见附件），农业农村部发布公告，饲料原料目录可以新增生产原料，按照制定饲料法规标准体系，按照本公告中规定的方法。

附件：《饲料原料目录》修订列表

6. 饲草、粗饲料及其加工产品

原料编号	原料名称	特征描述	强制性标识要求
6.5	其它粗饲料		
6.5.4	构树茎叶	构树 (<i>Broussonetia papyrifera</i> (Linn.) L'Hér. ex Vent.) 新鲜或干燥茎叶。	粗蛋白 中性洗涤纤维 水分
6.5.5	辣木茎叶	辣木 (<i>Moringa</i>) 可饲用品种的新鲜或干燥茎叶。	粗蛋白 中性洗涤纤维 水分

2018年6月，农业农村部畜牧业司将构树、饲料桑、饲用油菜列为重点非粮蛋白饲料资源进行研究与试点。

中国农业大学：发布构树饲喂标准



《构树青贮质量分级》	《构树饲用技术规程 肉牛》
《构树干草质量分级》	《构树饲用技术规程 奶牛》
《构树青贮技术规程》	《构树饲用技术规程 肉羊》
《构树干燥调制技术规程》	《构树饲用技术规程 猪》

国家林业和草原局：新型木本饲料助力健康养殖



推动经济林和花卉产业提质增效。坚持规模适度、突出品质、注重特色，建设木本饲料、特色果品、木本粮食、木本调料、木本饲料、森林药材等经济林基地和花卉基地，创建一批示范基地，培育特色优势产业集群。

二、木本饲料资源与开发

1、木本饲料特点

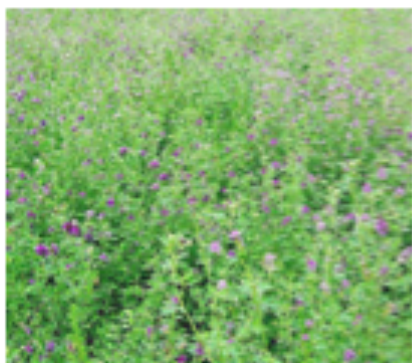
品质好

- 1、粗蛋白含量高，可以与苜蓿媲美；
- 2、可溶性糖含量适中，与苜蓿相似；
- 3、粗脂肪含量较高，叶片粗纤维含量较低；
- 4、Ca, P, Zn, Fe, Mn, Cu等微量元素及氨基酸含量丰富。

不同饲料原料营养价值 (DM%)

指标	饲料桑	构树	辣木	黄梁木	四倍体刺槐	银合欢	苜蓿
粗蛋白	21.90	21.56	27.10	18.03	21.39	27.56	18.00~ 22.00
可溶性糖	5.18	1.39	3.70	5.08	5.32	2.05	4.30~5.32
粗脂肪	2.40	5.28	-	-	4.60	7.17	3.43
粗纤维	14.5	12.52	23.32	9.01	12.62	-	27.95
钙	2.41	1.39	2.00	-	0.71	1.92	1.96
总磷	0.40	0.66	0.20	-	0.17	0.33	0.25

产量高



苜 蓿
15~20t/hm²



构 树
30~45t/hm²



桑 树
30~45t/hm²



辣 木
20~30t/hm²

第四届全国肉牛生产应用技术与产业经济研讨会



富含生物活性物质

丰富的酚酸类化合物、二萜和生物碱。



构树

甾醇含量高，比绿茶高 3~4 倍；
异槲皮苷、槲皮苷、槲皮苦素等能抑制脂质氧化作用的黄酮类物质；
含有降血压物质 γ -氨基西酸；
含有植物中独有的 1-脱氧野尻糖素 (DNJ) 生物碱，是一种糖苷酶抑制剂。



桑树

皂苷、凝集素、胰蛋白酶抑制剂、肌醇六磷酸等



辣木

儿茶素，卡丹宾，蒽醌苷， β -谷甾醇等。



黄梁木

第四届全国肉牛生产应用技术与产业经济研讨会

药食同源

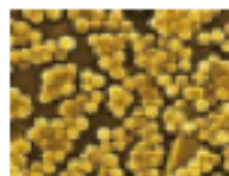




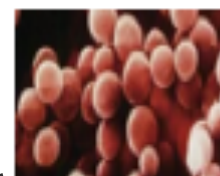
大肠杆菌
(*Escherichia coli*)



鼠伤寒沙门菌
(*Salmonella typhimurium*)



金黄色葡萄球菌
(*Staphylococcus aureus*)



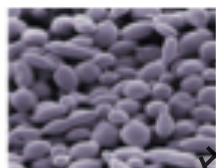
表皮葡萄球菌
(*Staphylococcus epidermidis*)

.....

广谱抗细菌活性 (构树)



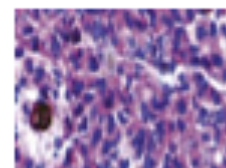
白色念珠菌
(*Candida albicans*)



酿酒酵母
(*Saccharomyces cerevisiae*)



红色毛癣菌
(*Trichophyton rubrum*)



紧密着色霉菌

.....

.....

广谱抗真菌活性 (构树)

Son, K. H., et al. 2001. *Fitoterapia*
Sohn, H.Y., et al. 2010. *Phytomedicine*

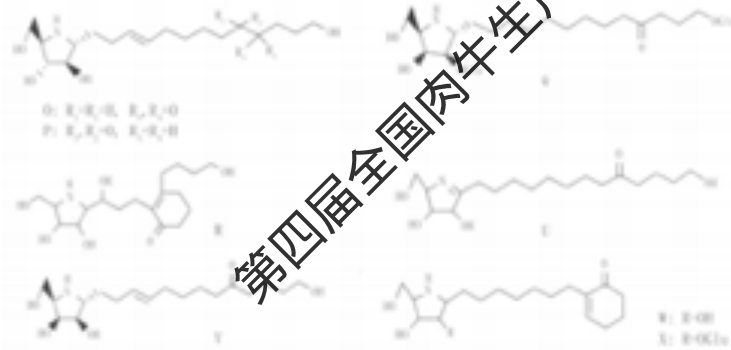
Sohn, H.Y., et al. 2010. *J Microbiol Biotechnol*
崔璨, 等. 2009. *河南科学*

抗病毒、抗肿瘤（构树）

生物碱及具有抑制芳香化酶用的活性物质

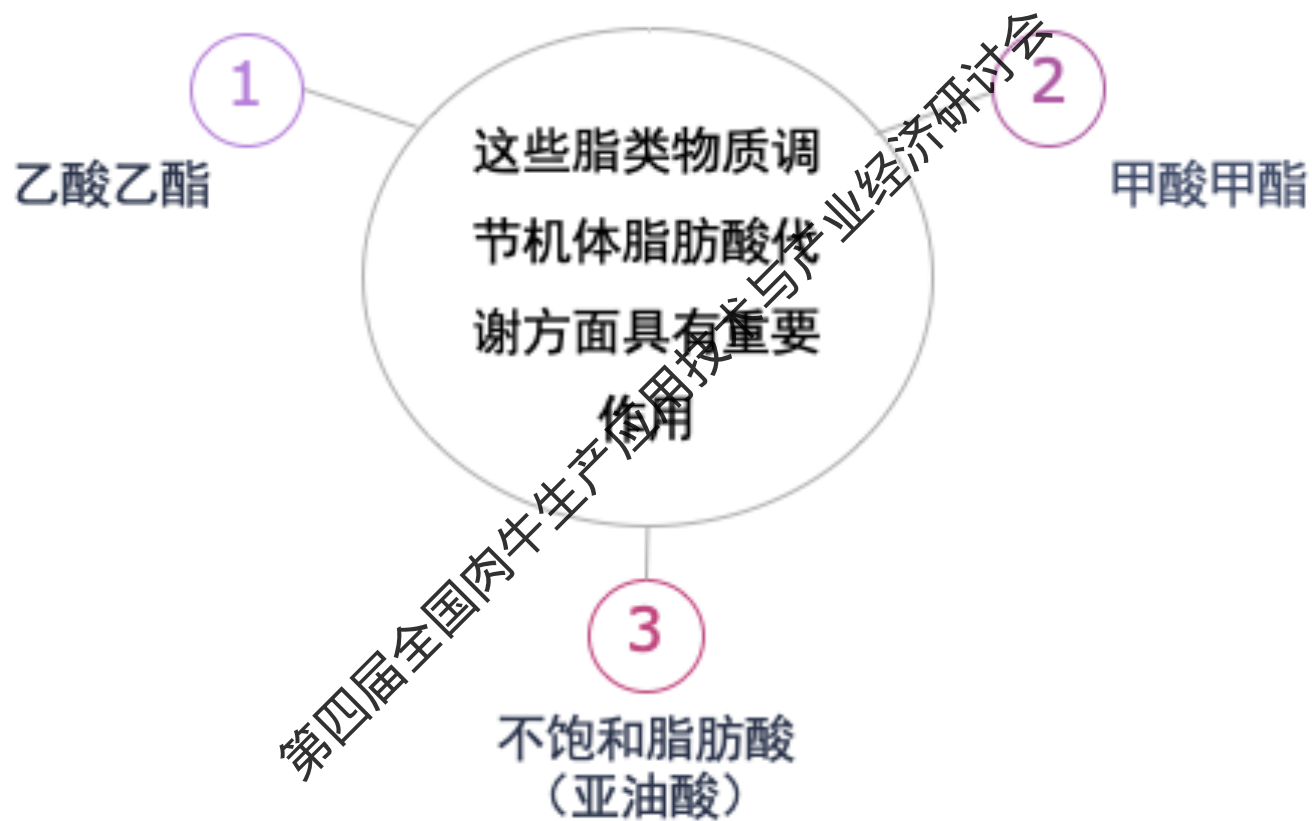
抑制

病毒及肿瘤细胞



构树部分生物碱化学结构式

调节脂肪酸代谢（构树）



林文群, 刘剑秋. 2000. 亚热带植物学报.

应用试验

动物	实验	效果	文献来源
奶牛	饲喂青贮30d的构树饲料	增强奶牛的免疫能力和抗氧化能力，降低牛奶中体细胞数量，防治奶牛慢性乳房炎。	司丙文, 等. 2016.
奶牛	饲喂10%或15%的青贮构树	显著提高血清免疫球蛋白(A)和IgG, 15%的青贮饲料饲喂可提高血清过氧化氢酶、超氧化物歧化酶总抗氧化能力。	Si B., et al. 2018. <i>AJAS</i>
小鼠	饲料中添加 2%和 5%构树叶进行饲喂	降低氧化产物丙二醛 (MDA) 含量, 保持可清除组织过氧化氢的谷胱甘肽过氧化物酶 (GSH-Px) 含量, SOD活力增强, 提高小鼠抗氧化能力	李勇. 2011. 硕士学位论文
小鼠	对楮实子提取物进行体外抗氧化试验	能显著清除超氧阴离子及羟自由基、抑制H ₂ O ₂ 诱导小鼠红细胞溶血和肝匀浆自氧化, 对线粒体有保护作用	庞素秋, 等. 2006. <i>中药材</i>

降低体细胞数、提高其免疫力和抗氧化能力。

动物	实验	效果	文献来源
NDV、IBDV、IBV 和 ILTV 等常见动物病毒	研究构树叶提取物对常见动物病毒感染的鸡胚成纤维细胞增殖的抑制作用	经丙酮提取物预处理构树叶提取物对 NDV 或 IBV 感染的抵抗力呈上升趋势。	杜柏槐, 等. 2016. 安徽农业科学
小鼠	探讨构树总黄酮对环磷酰胺诱导的免疫抑制小鼠免疫功能的影响	能显著提高环磷酰胺诱导的免疫抑制小鼠巨噬细胞含量、腹腔巨噬细胞吞噬功能、丝裂原刺激的 T、B 淋巴细胞增殖、血清 IgG 水平和特异性免疫应答, 并呈明显量效关系。提示给予TFBP 的免疫抑制小鼠体液免疫和细胞免疫功能基本恢复。	黄伟, 等. 2017. 中国现代应用药理学



通过阻断动物病毒对宿主细胞的识别和粘附发挥其抗病毒活性，对某些动物病毒具有良好的抗性。

饲喂构树叶的畜禽对病毒感染表现出较强的抵抗力，其发病率和死亡率均有不同程度的下降。

动物	实验	效果	文献来源
蛋鸡	日粮中分别添加 0.5%、1.0%、1.5%和 2.0%的构树叶	1.5%添加组的总胆固醇、甘油三酯和脂蛋白较对照组显著降低。	李艳芝, 等. 2010. 中国家禽
小鼠	饲料中添加 2%和 5%构树叶进行饲喂	显著降低肥胖小鼠血浆总胆固醇、葡萄糖、甘油三酯和游离脂肪酸的含量显著提高血浆高密度脂蛋白水平, 加快高密度脂蛋白对外周胆固醇的转运, 促进肝脏对胆固醇的转化和排泄。	李勇. 2011. 硕士学位论文



调节脂肪酸代谢，促进动物肠胃健康。

2、我国主要四种木本饲料种植情况

构树 ■



饲料桑 ●



辣木 ▲



黄梁木 ◆

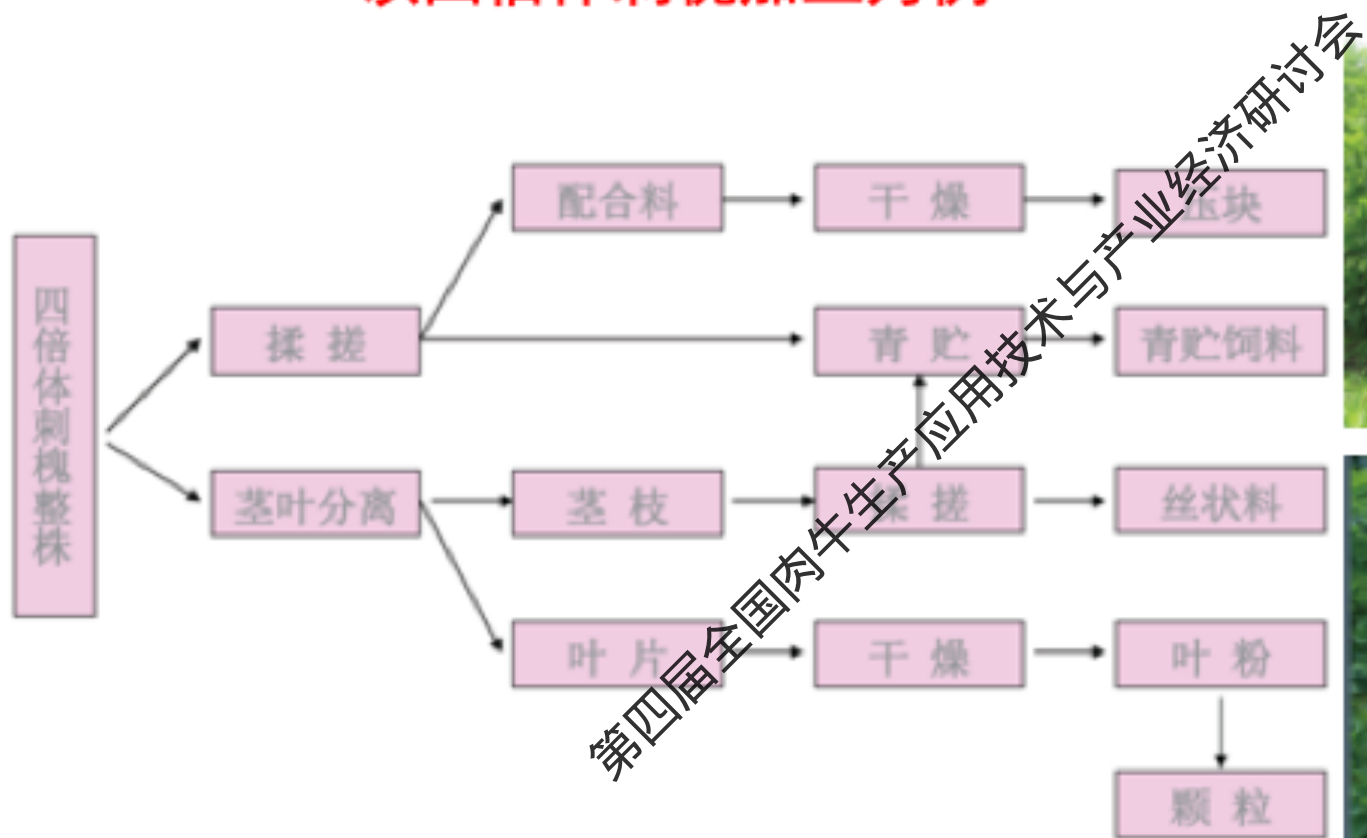


三、木本饲料加工进展

- **粉料：**前苏联20世纪30年代开始加工针叶粉，澳大利亚、墨西哥、菲律宾等国生产银合欢粉，我国1981年开始生产松针粉；美国20世纪80年代利用山杨、柞树木屑生产碳水化合物饲料；
- **单细胞蛋白饲料：**美国用粉碎树皮化学处理制成；
- **提取物：**杜仲树提取杜仲素作为饲料添加剂，替代抗生素。

第四届全国肉牛生产应用技术与产业经济研讨会

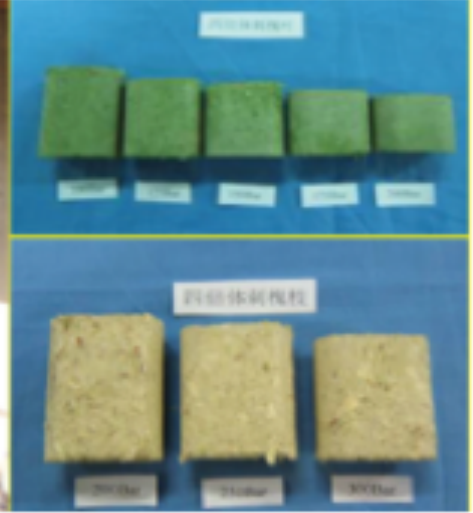
以四倍体刺槐加工为例



第四届全国肉牛生产应用技术与产业经济研讨会



揉丝加工技术



压块



灌木茎叶分离机



颗粒 粉料

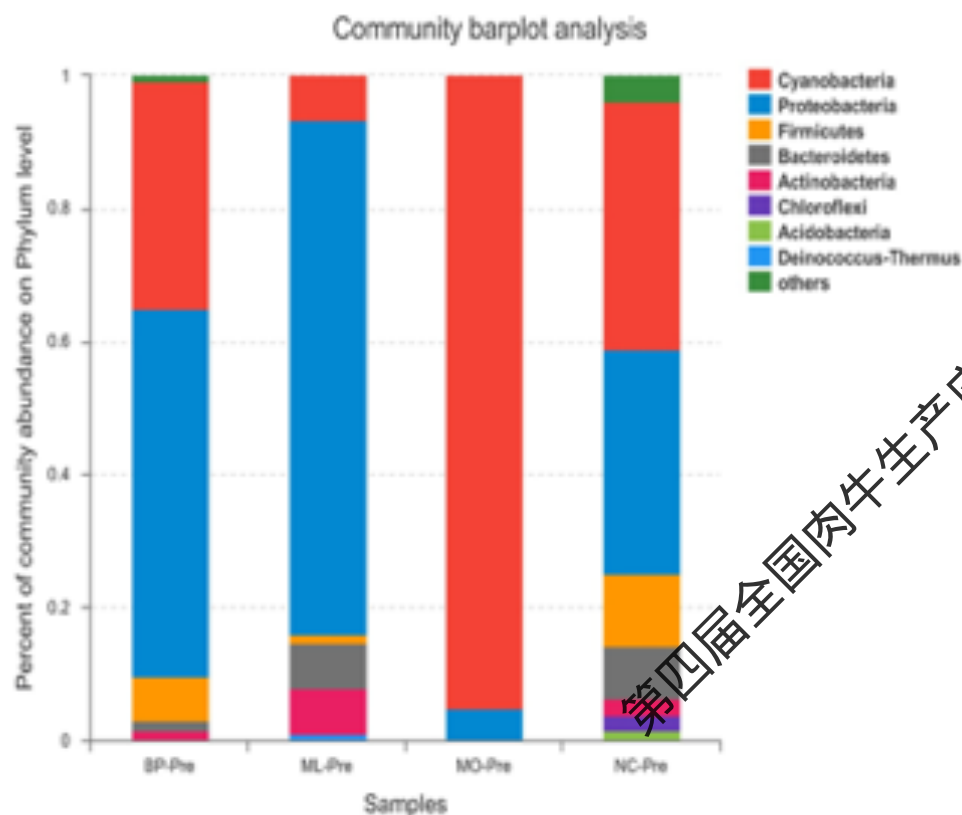
木本饲料原料青贮特性:

- 可溶性糖含量中等，构树可溶性糖含量极低
- 缓冲能（BC）较高（除黄梁木外）

	构树	饲料桑	辣木	黄梁木
DM (g kg ⁻¹)	255.2	262.2	248.1	276.1
pH	6.74	6.59	5.8	5.1
WSC(g kg ⁻¹ DM)	13.9	73.7	56.4	50.8
CP(g kg ⁻¹ DM)	250.5	224.9	252.2	180.3
NDF(g kg ⁻¹ DM)	284.9	242.1	258.8	303.4
ADF(g kg ⁻¹ DM)	183.4	148.5	150.8	226.8
LAB(log cfu g ⁻¹ FM)	5.47	5.73	3.65	ND
Coliform bacterial(log cfu g ⁻¹ FM)	5.44	5.62	4.92	ND
Yeasts(log cfu g ⁻¹ FM)	7.07	7.07	4.89	ND
BC (gLA kg ⁻¹ DM)	94.15	66.87	50.67	29.25
WSC/BC	0.15	1.10	1.13	1.74

第四届全国肉牛生产应用技术与产业经济研讨会

原料微生物分布：



构树：蓝藻细菌 (Cyanobacteria) 34.4%，变形菌门 (Proteobacteria) 55.3%：主要是肠杆菌。

饲料桑：变形菌门 (Proteobacteria) 77.5%，蓝藻细菌 (Cyanobacteria) 6.5%。

辣木：蓝藻细菌 (Cyanobacteria) 95.16%。

黄梁木：蓝藻细菌 (Cyanobacteria) 36.93%，变形菌门 (Proteobacteria) 33.7%。

其中**蓝藻细菌**为需氧产氧光合细菌，无氧时会很快死亡。

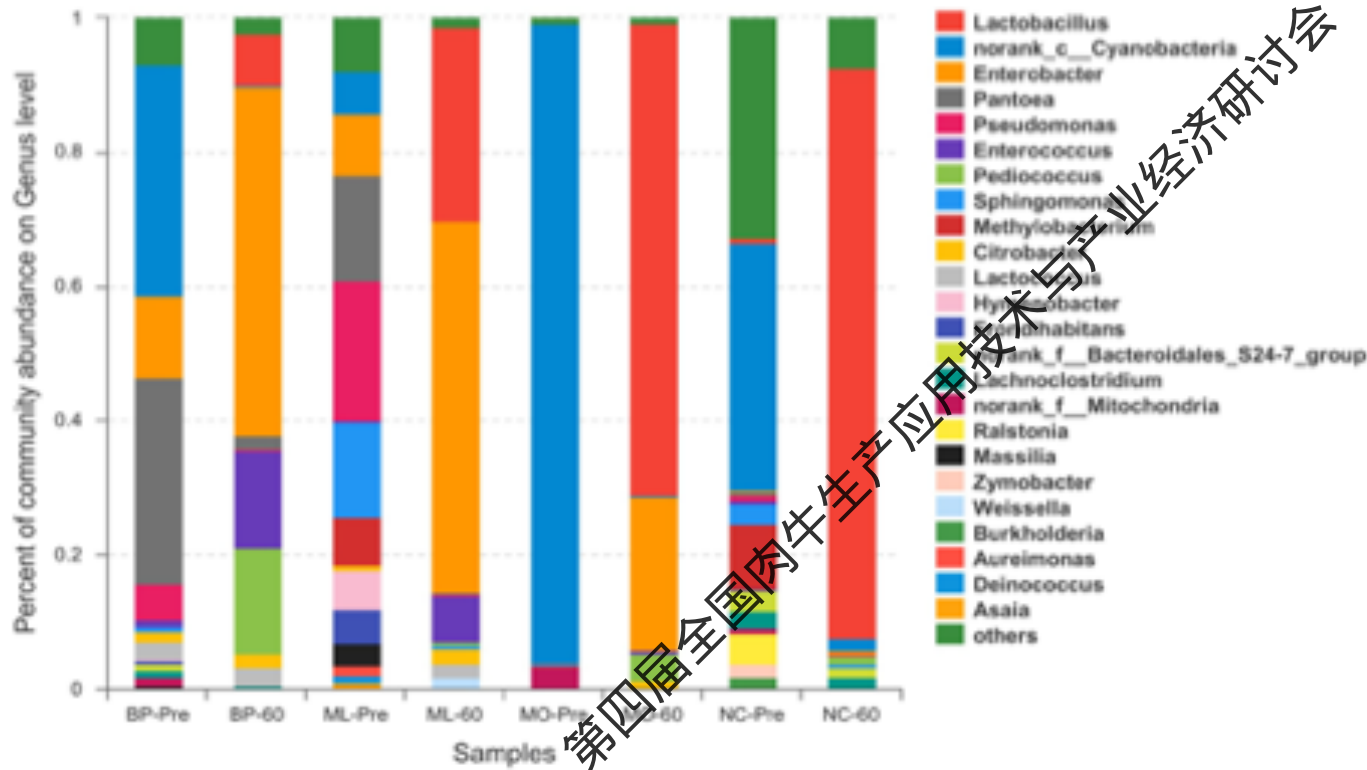
肠杆菌是引起青贮失败的主要菌种，兼性厌氧，它会消耗糖份，并参与蛋白质的降解，引起氨态氮含量升高。(Muck, 2010)

木本饲料青贮发酵特性：

指标	饲料种类 (W)	发酵天数 (D)							平均值	标准误	P-value		
		1	3	5	7	15	30	60			D	W	D×W
pH	构树	6.86ABa	7.27Aa	6.46BCa	6.73BCa	6.29CDa	6.28CDa	5.77Da	6.52a	0.16	**	**	**
	饲料桑	4.79Bc	4.19Cc	4.78Bb	6.00Ab	5.08Bb	4.93Bb	4.80Bb	4.94b	0.12			
	辣木	5.49Ab	5.26ABb	5.2ABb	5.1Bc	4.34Cc	4.25CDc	3.98Dc	4.80c	0.1			
	黄梁木	4.44Ac	4.27Bc	4.22Bc	4.15BCd	4.06CDc	4.07CDc	3.98Dc	4.16d	0.04			
	平均值	5.39AB	5.24BC	5.17C	5.50A	4.94D	4.81DE	4.70E					
LA (g kg ⁻¹ DM)	构树	44.96Aa	43.00Ab	16.17Bb	6.18Bb	4.22Bb	6.78Bb	12.03Bc	19.05b	4.29	**	**	**
	饲料桑	27.74BCb	48.62Aa	31.44Ba	18.4CDa	11.15Da	32.7Ba	34.1Ba	29.16a	3.2			
	辣木	ND	ND	ND	ND	4.44Cb	4.83Bb	25.8Ab	6.29c	1.17			
	黄梁木	ND	ND	ND	ND	ND	3.04Bc	7.14Ac	1.45d	0.47			
	平均值	18.18B	22.91A	11.90C	6.15D	4.95D	14.09C	19.76AB					
AA (g kg ⁻¹ DM)	构树	20.37ABa	29.90Aa	14.27BCa	16.87BCa	8.52Aa	8.63Cb	19.03BCa	16.82a	3.24	**	**	**
	饲料桑	21.96ABa	24.27Aa	18.83ABa	13.17Ba	11.00Cb	15.63ABa	12.73Ba	15.37b	3.22			
	辣木	0.50Bb	0.33Bb	0.50Bb	0.37Bb	0.63Bb	0.30Bc	2.43Ab	0.72b	0.14			
	黄梁木	0.40Bb	0.33Bb	0.37Bb	0.33Bb	0.30Bb	3.70Abc	4.27Ab	1.39b	0.34			
	平均值	10.81AB	13.71A	8.49BC	8.59BC	2.65D	7.07C	9.62BC					
NH ₃ -N (g kg ⁻¹ DM)	构树	2.18Ba	3.04Ba	2.01Ba	2.33Ba	3.29Ba	1.62Ba	5.74Aa	3.03a	0.58	**	**	**
	饲料桑	0.35Cb	0.52BCb	1.01Bcb	1.21Bb	1.23Bb	0.97BCb	3.34Ab	1.22b	0.24			
	辣木	0.19Bb	0.35Bb	0.52Bc	0.41Bbc	0.92Bb	1.01Bb	2.00Ab	0.78c	0.27			
	黄梁木	0.01Bb	0.03Bb	0.22Bc	0.03Bc	0.01Bb	0.04ABc	0.06Ac	0.03d	0.01			
	平均值	0.68C	0.99BC	0.90BC	1.25B	1.36B	0.91BC	2.77A					

构树经60天发酵，pH仍高达5.77；LA值在发酵过程中先降后升，可能与利用乳酸的酵母有关；青贮后NH₃-N含量均较低。自然青贮发酵品质较差。

四种典型木本饲料青贮前后细菌菌群（属水平）



BP: 构树; ML: 饲料桑; MO: 辣木; NC: 黄粱木

木本饲料青贮发酵以乳杆菌属为主，其发酵品质与乳杆菌属丰度相关。此外，部分木本饲料原料中含有多种有机酸类物质，青贮后pH值受原料特性与发酵品质影响。

青贮

1、饲料桑

Zhang Yingchao (2018) 将不同乳酸菌 (LAB) 和丙酸 (PA) 添加至饲料桑青贮中, 发酵30d后, 植物乳杆菌 (LP) +丙酸 (PA) 组合显著提高发酵品质与有氧稳定性。

David (2015) 将甘蔗和饲料桑以75:25和50:50的比例进行青贮, 青贮效果均较好, 且饲喂试验表明对围产期母羊血液指标没有不良影响。

2、构树

司丙文等(2018) 研究了不同添加剂对全株构树青贮发酵品质的影响, 结果发现酶菌复合制剂糖蜜组和添加防腐剂组具有较低的pH, 能更好地保存粗蛋白质和干物质。

李海新 (2010) 研究了四种商业发酵剂对构树叶发酵的影响, 结果表明四种添加剂均可提高发酵品质, 神农发酵处理粗纤维降低21.76%, 米酒曲发酵处理粗蛋白增加5.29%。

青贮

3、辣木

Zhang Qing (2018) 评估了**萎蒿**和**乳酸菌**添加对辣木叶青贮品质的影响。结果表明萎蒿对辣木叶青贮品质有显著影响，辣木叶可在不添加植物乳杆菌的情况下保持优良青贮品质。

Mendieta (2009) 研究了**辣木**、**象草**、**甘蔗**以多种比例混合青贮，发现添加辣木可降低pH值，**提高**乳酸含量。

4、四倍体刺槐

宁静如(2015) 分别进行**阴干**，添加**麸皮**和**蔗糖**、**甲酸甲醛混合液**处理。结果表明添加**麸皮**青贮品质最佳，因其发挥了减少水分和提高糖分两个作用。

Guojun (2010) 将**四倍体刺槐**以20%、33%和50%的比例与**玉米**混贮，表明以33%和50%的比例混贮均可得到高质量青贮。

青贮

5、胡枝子

司丙文（2010）研究了胡枝子的青贮特性，结果表明胡枝子木质化程度较高，含糖量少，缓冲能值高，青贮难度大，采用常规青贮方法很难获得优质青贮料。

玉柱（2009）以尖叶胡枝子为原料，以无添加为对照，添加两种乳酸菌制剂 Lalsil dry 和 Mr cromanger 4M，青贮 90天。结果表明胡枝子直接青贮等级劣，添加**乳酸菌**明显提高青贮品质，且粗蛋白质含量和中性洗涤纤维的体外消化率升高。

6、柠条

高文俊（2011）添加**甲酸**（6ml/kg）和**蔗糖**（2%）处理进行青贮。结果表明，两种添加剂都可显著提高青贮品质，增加乳酸含量，降低氨态氮含量。

王保平（2014）研究了不同添加剂（**玉米粉、糖蜜、纤维素酶、甲酸和丙酸**）对柠条青贮的影响，结果表明各添加剂处理组pH值、氨态氮、丙酸和丁酸含量均极显著低于对照，其中添加玉米粉处理组乳酸含量最高。

四、木本饲料在肉牛饲养中的应用





木本饲料栽培收获 ←

裹包青贮 ↓

饲喂肉牛 →



第四届全国肉牛生产应用技术与产业经济研讨会

构树在肉牛中的应用

饲喂形态	发酵构树叶、发酵构树粉、全株构树青贮
添加量	10%-35%
饲喂效果	发酵后的构树叶营养价值提升，贮藏时间长，适口性好， 改善肉质，降低成本。
参考资料	<ul style="list-style-type: none"> ➢ DAN M, HE Q, HUANG M, HUANG S, QIN R, XIN M, YANG Z, ZHANG E. Complete feed of cattle and sheep comprises cassava stem leaf, corn straw, plant material, corn powder, bean pulp, rice bran, molasses, fermenting strain and microelement:, CN106212879-A[P]. 2017. ➢ 谭春萍. 一种用构树叶配制的反刍动物饲料及其制备方法:, CN 106173295 A[P]. 2016. ➢ 张娥珍, 黄振勇, 全光, 等. 以构树枝叶为原料二次发酵生产牛羊全价饲料的方法:, CN106173362 A[P]. 2016. ➢ 陈金平. 一种采用杂交构树叶制备牛羊饲料的方法:, CN106173368A[P]. 2016.



《构树饲用技术规程 肉牛》

饲料桑在肉牛中的应用

饲喂形态	鲜桑叶、发酵桑叶
添加量	7.5%~22.5%
饲喂效果	改善瘤胃的微生态环境，增加瘤胃内纤维分解菌等的附着率和繁殖率，从而提高牛对饲料的消化率和采食量， 提高肉牛日增重，减少耗料量，降低饲养成本。
参考资料	<ul style="list-style-type: none">➤ Zhou Z, Zhou B, Ren L, et al. Effect of ensiled mulberry leaves and sun-dried mulberry fruit pomace on finishing steer growth performance, blood biochemical parameters, and carcass characteristics[J]. PloS one, 2014, 9(1): e85406.➤ Benavides, J. E. (2002). Utilization of mulberry in animal production systems. Mulberry for animal production. FAO Animal Production and Health Series. FAO, Rome, 291.➤ 8.Huyen, N. T., Wanapat, M., & Nayanakraw, C. (2012). Effect of mulberry leaf pellet (MUP) supplementation on rumen fermentation and nutrient digestibility in beef cattle fed on rice straw-based diets. Animal Feed Science and Technology, 175(1): 1-15.➤ Delgado, D. C., González, J., Galindo, J., Cairo, J., & Almeida, M. (2007). Potential of Trichantera gigantea and Morus alba to reduce in vitro rumen methane production. CUBAN JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE, 41(4), 319-323.➤ 吴浩. 桑叶和DDGS在反刍动物饲养中的应用研究[D]. 博士, 中国农业大学, 2015➤ 刘先珍, 朱建录. 桑叶粉代替部分豆饼或精料喂奶牛的研究[J]. 现代农业科技. 2006, 5: 65-66.➤ 刘爱君, 李素侠, 吴国明, 等. 鲜桑叶对育肥猪增重效果的对比[J]. 中国牧业通讯. 2007, 18: 76-77.➤ 吴配全发酵桑叶的营养价值及其对肉牛生长性能和胴体性状的影响[D]. 硕士, 中国农业大学, 2012.➤ 周波. 桑叶与桑椹渣的化学成分及其对肉牛瘤胃发酵、生产性能和胴体品质的影响[D]. 博士, 中国农业大学, 2011.

辣木在肉牛中的应用

饲喂部位	辣木种子、辣木叶、辣木枝、辣木茎
添加量	辣木茎叶6%左右
饲喂效果	提高了瘤胃挥发性脂肪酸的产量，降低了背膘厚度， 提高了血液抗氧化指标和肉中抗氧化指标 ，同时提高了牛肉中不饱和脂肪酸的比例， 改善肉质 。
参考资料	<ul style="list-style-type: none">张婷婷. 辣木对猪与牛饲用价值及肉产品品质影响的研究[D]. 中国农业科学院, 2018.张婷婷, 张博, 李媛, 司丙文, 屠焱, 冯朝龙, 刁其玉. 辣木在肉牛瘤胃中的降解特性研究[J]. 粮食与饲料工业, 2017(08): 43-48.Elghandour M M Y, Vallejos C H, Salem A Z M, et al. Moringa oleifera leaf meal as an environmental friendly protein source for rumen ruminants: biomethane and carbon dioxide production, and fermentation characteristics[J]. Journal of cleaner production, 2017, 165: 1229-1238.Lins T O J D A, Teófilo S A, Silva R R, et al. Effects of the inclusion of Moringa oleifera seed on rumen fermentation and methane production in a beef cattle diet using the rumen simulation technique (Rusitec)[J]. animal, 2019, 13(2): 283-291.

五、木本饲料发展建议

明确定位：

- 一种**饲料原料**，非动物“主粮”；
- 一种**粗饲料**，需要考虑收储运问题和物料本身特性；
- 一种**蛋白质饲料资源**，可与苜蓿媲美；
- 一种**多功能速生树种**，兼具生态、经济、社会价值。

第四届全国肉牛生产应用技术与产业经济研讨会

把握方向：

- 以饲用开发为主导方向，包括粉料、青贮饲料、颗粒饲料、混合饲料等，重点开发功能型饲料；
- 以精深加工为重要方向，包括植物源饲料添加剂、植物源抗生素、叶蛋白、膳食纤维开发等；
- 以生物能源和生物基材料研发为培育方向。

木本饲料产业发展面临的问题：

种业：品种略显单一，需要大幅降低成本；

种植：生产标准化、机械化、规模化程度低；

加工：仅有粉料、颗粒饲料、青贮饲料等单一产品；抗营养与促生长因子、营养成分、饲料配方与动物利用等研究不够；活性物质提取等精深加工不足，附加值低；

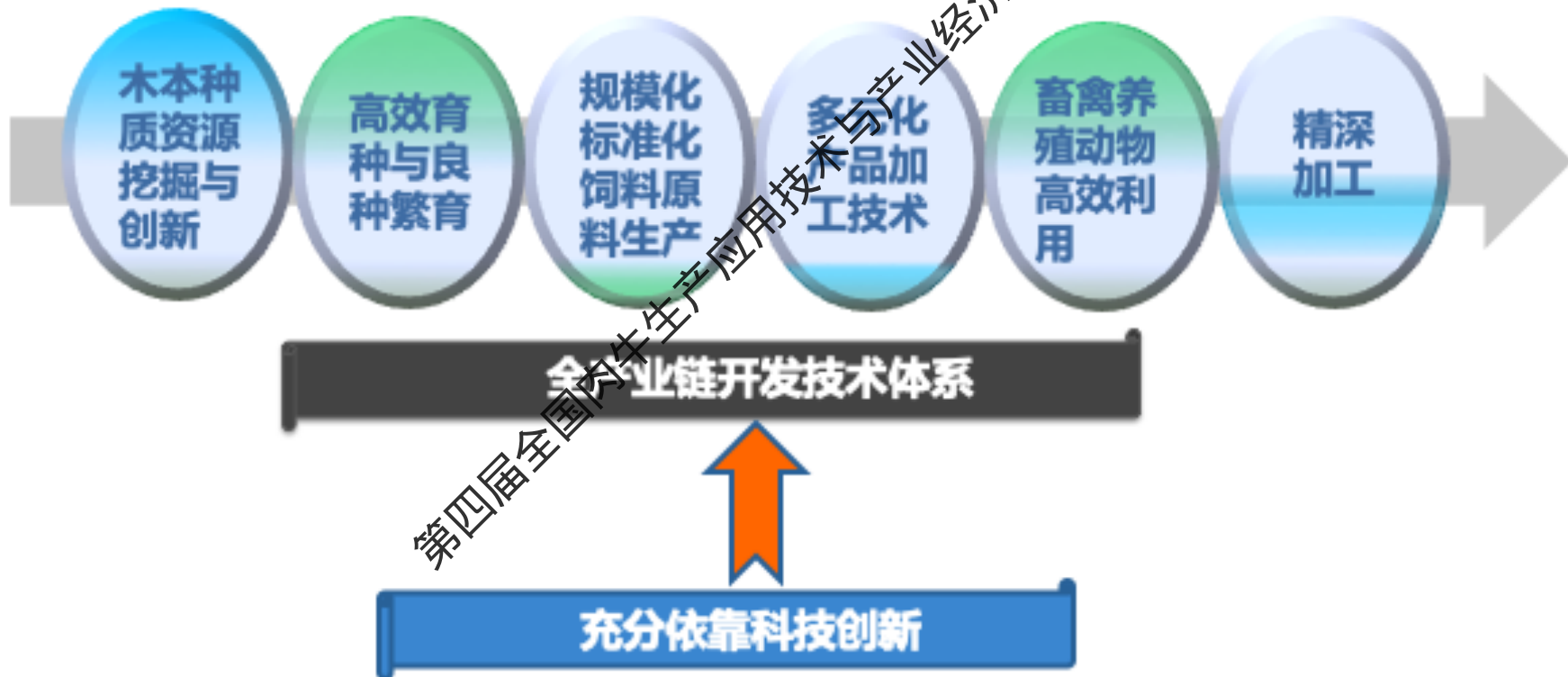
应用：与养殖业结合不紧密，一体化程度低；

产业：规模小、企业少，产值低；

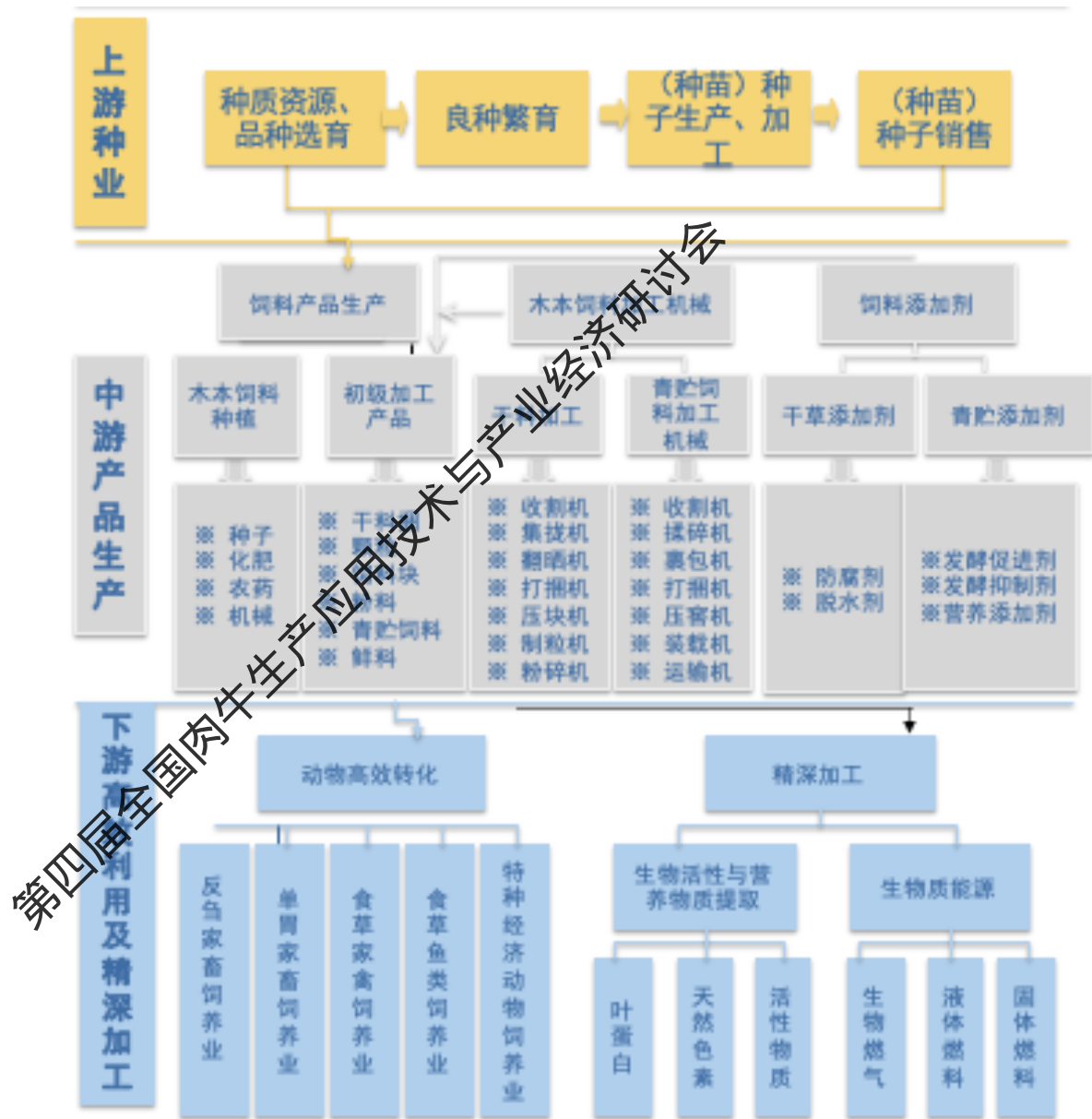
研发：创新链条不完善，产学研结合不紧密。

第四届全国肉牛生产应用技术与产业经济研讨会

木本饲料链条长，应注重全产业链科技创新



全链条技术研发路线图



第四届全国肉牛生产应用技术与产业经济研讨会

产业化条件下木本饲料应具备的特征：

- 生长速度快，生物量大。植株光合效率高，水肥利用率高，单位面积产量大；
- 抗逆性强，适应性广。根系发达，具有很强的耐旱、耐涝、耐盐和耐贫瘠并适应广袤的边际土地等特性；
- 叶量丰富，营养品质高。叶片占全株比例高，叶片大，粗蛋白含量高，粗纤维和木质素含量低，抗营养因子少；
- 再生性好，适宜机械化作业。一个生长周期内能多次刈割，适合标准化矮化密植和全程机械化作业。





干草产品



青贮发酵工艺——青贮形式

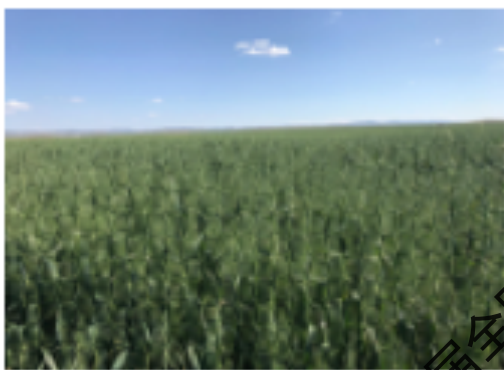
- 窖贮
- 裹包青贮
- 袋贮
- 堆贮



第四届全国肉牛生产应用技术与产业经济研讨会

青贮发酵工艺——混贮

根据构树高水分、高缓冲能等特性因地制宜选择适合的材料进行混贮加工。



燕麦

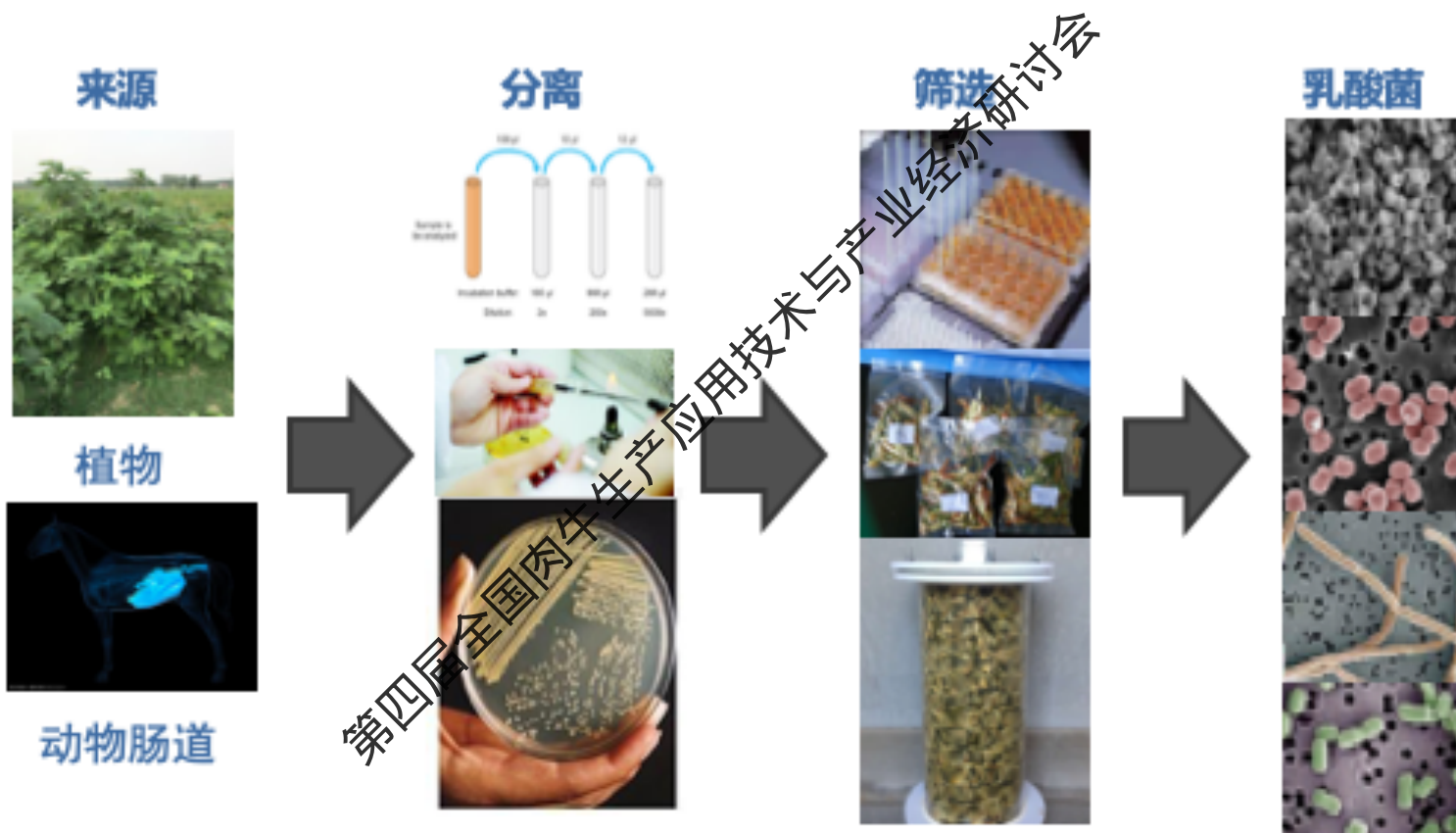


甘蔗尾



水稻秸秆

青贮发酵工艺——专用菌种开发



第四届全国肉牛生产应用技术与产业经济研讨会

构树种养结合循环料畜一体化模式，实现无抗养殖。



3、典型案例

河南.....



第四届全国肉牛生产应用技术与产业经济研讨会

深圳.....

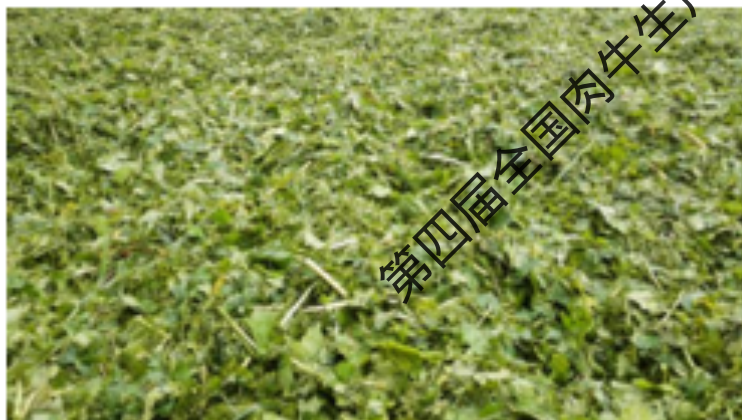


第四届全国肉牛生产应用技术与产业经济研讨会
黄桉木、饲料桑，鹅业

湖南.....



草粉加入晾干粉碎全价混合饲料

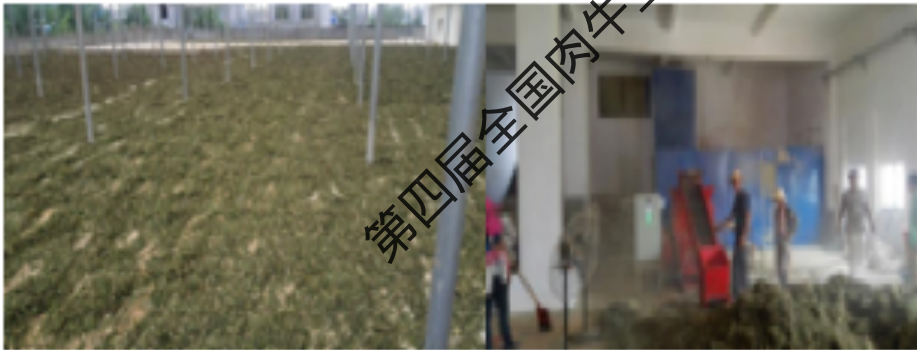


湖南.....



第四届全国肉牛生产应用技术与产业经济研讨会

海南.....



第四届全国肉牛生产应用技术与产业经济研讨会

贵州贞丰



第四届全国肉牛生产应用技术与产业经济研讨会

重庆.....



重庆.....



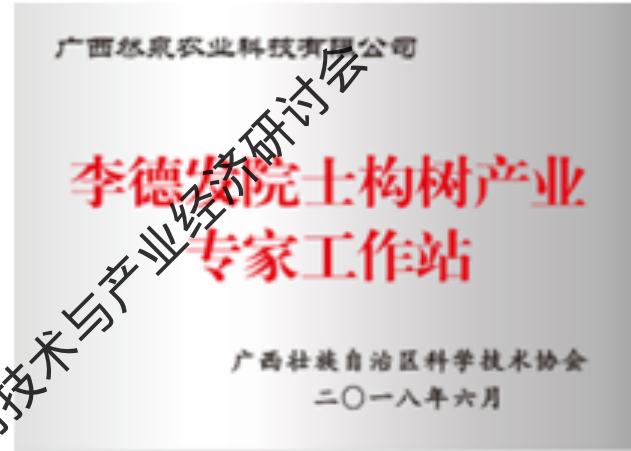
第四届全国肉牛生产应用技术与产业经济研讨会

广西然泉农业



第四届全国肉牛生产应用技术与产业经济研讨会

院士工作站



“一带一路” 构树产业研发中心



2018年9月6-7日，然泉农业承办的“一带一路·南南合作·东盟协作”构树产学研高端研讨会在广西宜州召开，在然泉农业设立构树产业研发中心。



第四届全国肉牛生产应用技术与产业经济研讨会

谢谢大家!