

优质饲草料高效生产与精准饲喂关键技术

翟桂玉 研究员/博士

山东省畜牧总站 山东省牧草产业技术体系岗位专家

13805316320



主要内容

- 优质饲草料高效生产关键技术
- 奶牛精准饲喂关键技术

一、优质饲草料高效生产关键技术

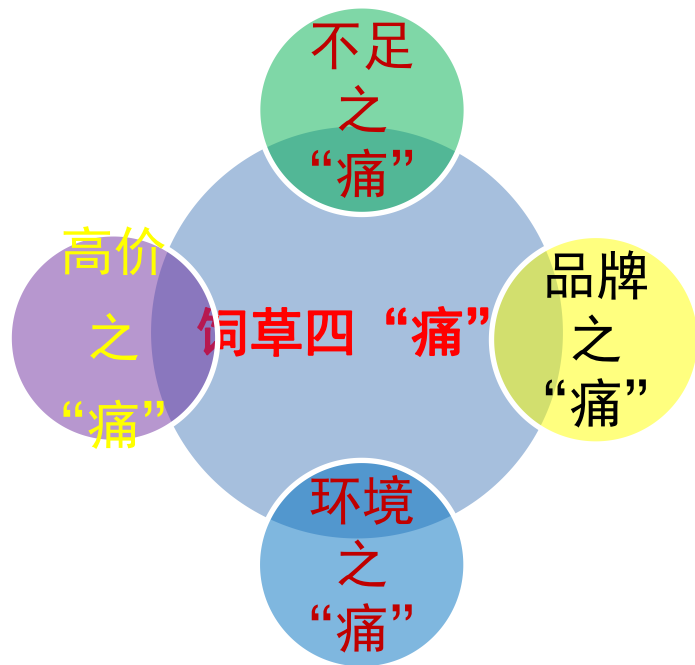
- 粗饲料是奶牛的基本口粮，其质量决定着奶牛健康、产奶量与质、牧场的经济效益。
- 生产供应优质饲草料对牛羊产业, 特别是奶牛格外重要。



- 优质饲草料发展新阶段
- 我国两大主导粗饲料——青贮玉米和苜蓿，在选种、种植和制作技术等方面都存在很大的挑战。同时受中美贸易的影响，进口饲草成本上升压力凸显，中国饲草产业迎来了迫切快速发展的时期。



饲草产业发展的“痛”与“求”！



1、不足之痛

- 中国天然草地60亿亩，占国土面积41.4%，位居世界第二。
- 受制于种养分离、草畜关联度不够、机械配套不足、土地资源制约等多重挑战，优质饲草缺口超过5000万吨。
- 仅苜蓿草就相当严峻。2022年，我国优质苜蓿总供给量为**616.4万吨**。其中，国产422.4万吨，进口194万吨，**自给率仅68.5%**。

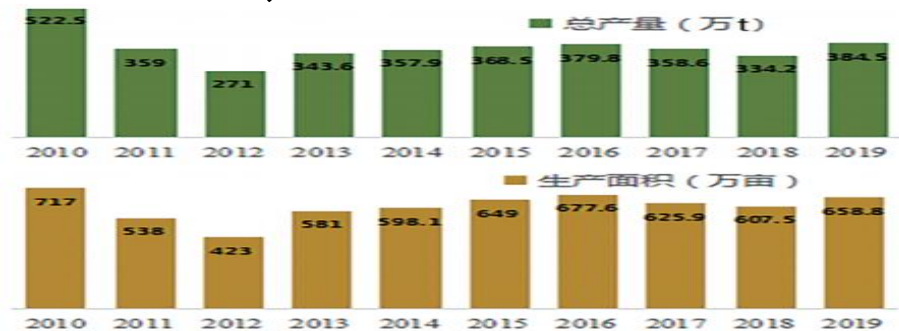


图 1 - 2010—2019 年紫花苜蓿商品饲草生产情况

2、严冬之痛

- 我国适合冷季耕作的草地，只占全年种植草地面积的24.3% ，有超过75%的牧区牲畜冬季缺草。
- 特别是霜冻严重的北方地区，不仅常年因低温导致牧草缺乏，更对草种的存放条件要求苛刻，存放不当的草种会在来年春天大面积不发芽。



3、高价之痛

- 2022年，我国进口干草194.00万吨，进口金额9.91亿美元。
- 其中，进口苜蓿178.77万吨，金额9.26亿美元。燕麦干草15.24万吨，金额6536.81万美元。
- 从进口来源国看，**美国**140.15万吨，占比78.4%；**进口价格541.28美元/吨**；**西班牙**23.17万吨，**占比13.0%**，进口价格427.1美元/吨；**南非**8.78万吨，占比4.9%。进口价格436.69美元/吨。



- 受中美贸易战影响，2018年下半年开始，进口苜蓿草价格出现上涨，平均到岸价330.71美元/吨；到牧场的价格，涨价前最高为每吨2700元，涨价后最高达到每吨3500元。
- 2022年港口价，特优级4500-4600元，优级4400-4450元，一级4250-4350元/吨。



4、品牌之痛

- 我国牧草产业，以小企业及零散种植户为主。
- 国内商品饲草企业基本没有**品牌效应**，市场竞争度低，市场不集中。
- 各类畜禽饲喂标准中，饲草占比牛羊饲料可占60% ，猪饲料占10%-15%，鸡饲料占3%-5%。
- 我国饲草产品需求量，**以每年70万吨速度增长**。未来，国内饲料用草及规模化养殖用草需求，每年约1000万吨左右。



如何促进“本土优质饲草料”发展？

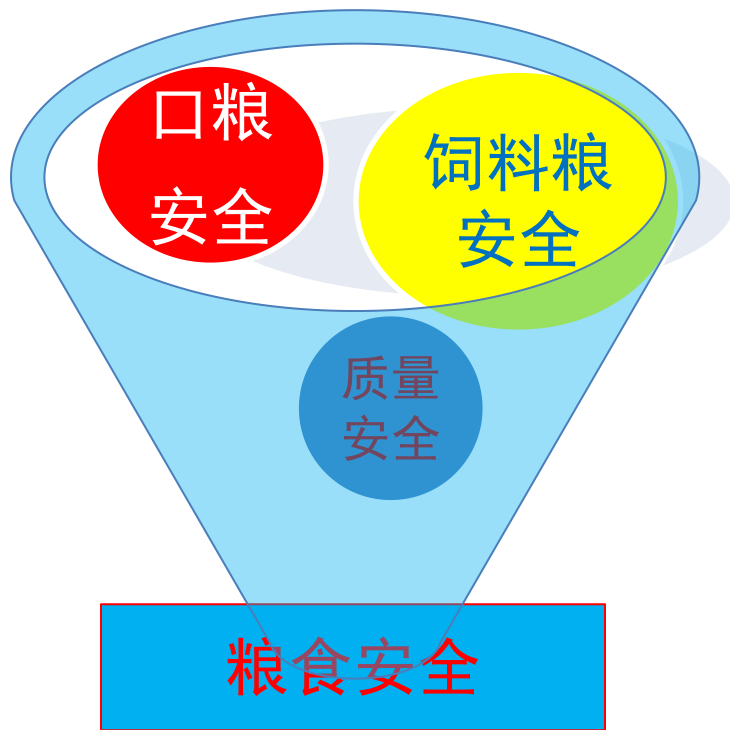
- 围绕“种养结合”主题，分享饲草产业的关键技术，为饲草种植者、奶牛养殖者解决实际问题。



大食物观：饲草与粮食安全

➤ 牧草并不是人类粮食，却直接关乎粮食安全。

➤ 我国饲料粮供应有较大缺口，增加优质饲草的供应总量，补充饲料粮缺口或替代部分饲料粮，是减轻饲料粮对粮食安全压力的有效途径之一。



国外饲草问题解决方案的借鉴

- 如何解决优质饲草供给是各国草食畜牧业都必须关注的一个问题？

(1) 日本饲草供给的解决路径

四个路径：一是扩大青贮玉米等高养分饲料的种植面积；二是将种植绿肥的土地改为种植饲草；三是开发高产饲用稻专用品种，扩大发酵饲用稻种植面积；四是在农田建立多年生牧草地进行放牧利用。

主要成效： 2008年的25%提高到2015年的35%。

(2) 欧盟、英国、新西兰等国家饲草供给的解决路径

主要路径：将天然草地翻耕建立三叶草混播草地，发展**高度集约化人工草地放牧系统**，实现草畜高效转化。

主要成效：牛羊是最好的割草机，**人工草地放牧**的生产方式是低成本、低污染、最高效的草畜一体化系统。



(3) 澳大利亚、加拿大的饲草供给解决路径

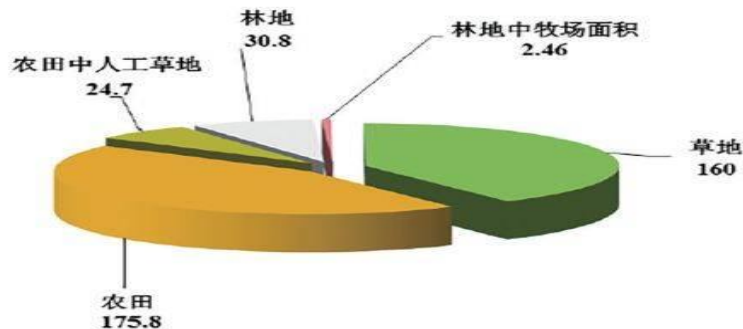
- **主要路径：**两个国家：（1）都有丰富的优质天然草原；（2）建立了很多多年生牧草地和一年生饲草料地；（3）草食畜生产主要以放牧方式进行。
- **主要成效：**加拿大为解决较长寒冷季节问题，生产更多的饲草来调制干草或者青贮，用于冬季补饲用。

两个国家**生产草产品出口**到中国、日本、韩国及中东地区，**出口草产品**种类多，有燕麦草、猫尾草、紫花苜蓿、苜蓿和无芒雀麦混合干草等。



(4) 美国的饲草供给解决路径

- **主要路径**：美国饲草作物象粮食作物一样，紫花苜蓿被列为四大作物之一，和玉米、大豆、小麦进行豆禾轮作，执行着真正的草田轮作制。
- **主要成效**：据不完全统计，美国近14%农田种植牧草，约2470万公顷。**草田轮作**既获得了粮食和优质饲草，同时还利用豆禾根系的不同特点，对土地进行改良，实现了农田的可持续利用。



美国农田、农田中人工草地、林地、林地中牧场和草地面积（百万公顷）

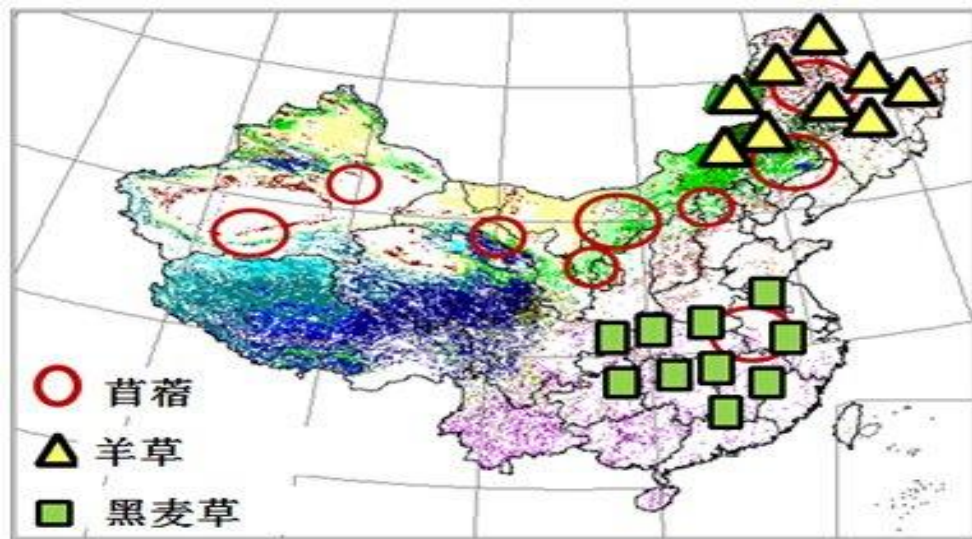
- 饲草料生产：紫花苜蓿、青贮玉米遍布美国，灌溉紫花苜蓿主要集中在西部地区。
- 紫花苜蓿种植面积约为820万公顷，其中灌溉苜蓿265万公顷，而青贮玉米种植242万公顷。
- 青贮玉米种植区域与奶牛分布区域高度重合。



中国饲草料高效生产关键技术

（一）种植技术

（二）调制加工技术



（一）高效种植技术

➤ 如何把草种好？

- 明确利用方向（有针对性）
- 承认肥料的重要性（不可或缺）
- 适时提高10-15%播种量（明智之举）
- 采用正确的播种方法（良种+良法）
- 遵循最佳播种期（不误农时）
- 选择合适的草品种及组合（因地制宜）



- 饲草作物混播技术

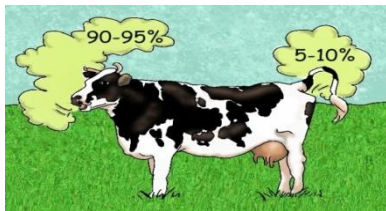
混播种植是国际上比较流行且面积很大，如放牧草场基本都是多年生混播草地，主要是豆科和禾本科混播种植。

豆禾混播放牧地，豆科植物比例应达到40%。

收获干草或者青贮的混播草地，豆科比例应达60%~70%。

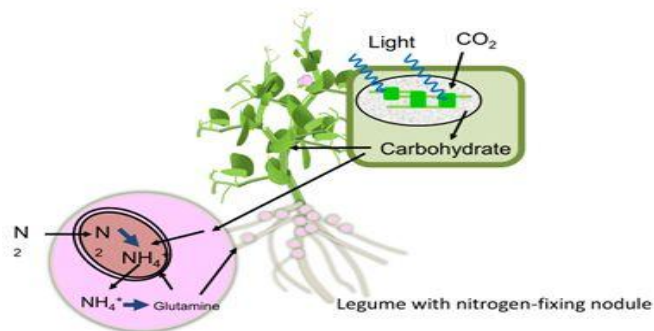


- **混播种植优点：** 根据Teagasc估算，奶牛和其他反刍动物会向空气中释放甲烷气体总量，大约占了全球总排放量的五分之一。
- 研究表明，混播草地可以降低采食家畜甲烷的排放。

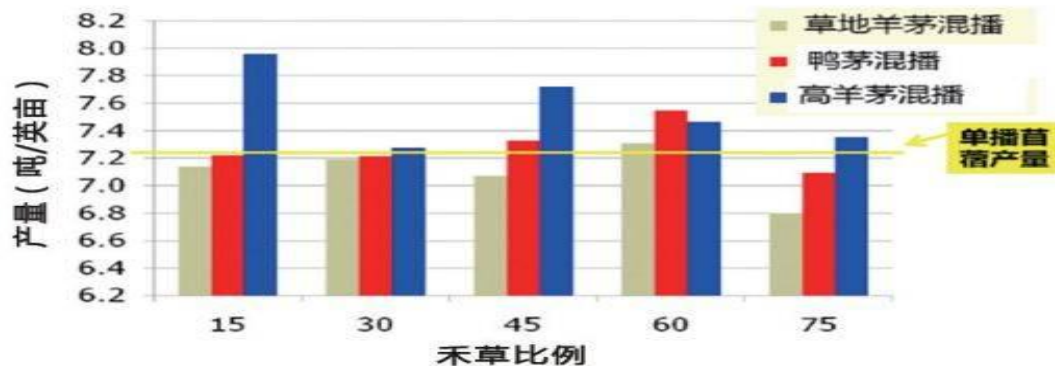


混播种植优点：发挥豆科固氮效果、利用豆禾优质纤维和全面营养。

- **营养互补：**豆科CP+禾本科BF=优质饲草（优质放牧草地）
- **季节互补：**豆禾混播的放牧地中，豆科植物比例应达到40%，**春季禾草**早于豆科生长，禾草适口性更好，含有更多的糖分，增加适口性；而**豆科在夏季生长快**，豆科含有更多的淀粉，豆科为禾本科提供氮。



- **混播种植优点：**混播草地单位面积**产量高而稳产**，也易于收获调制；在改良土壤方面也比单一作物更好地恢复土壤结构，提高土壤肥力，增加表土有机质，有助于越冬等。
- 同等土地投入下，**部分混播组合比单播产量要高**，因为有豆科牧草的存在，氮肥的施用量也会减少。

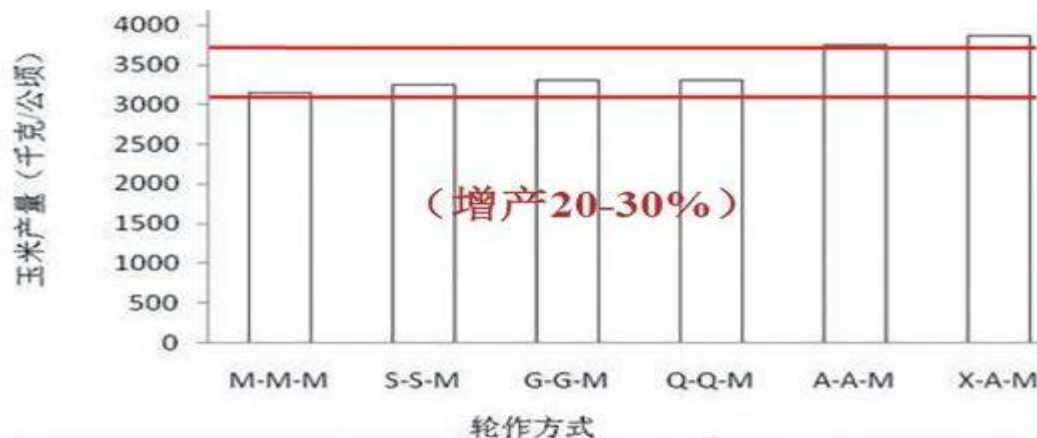


苜蓿单播与草地羊茅混播、鸭茅混播和高羊茅混播的产量

- 农田饲草作物种植技术

农田种植饲草作物对粮食作物生产的影响：正面or负面？

研究表明，种植饲草作物对下茬粮食作物的产量影响不显著，甚至会增加20%~30%的产量。



注：M-M-M：玉米连作；S-S-M：两年苏丹草一年玉米；G-G-M：两年高粱一年玉米；
Q-Q-M：两年休耕一年玉米；A-A-M：两年苜蓿一年玉米；X-A-M：一年向日葵一年苜蓿一年玉米

图 轮作方式对玉米产量的影响

- 经济帐

5年玉米连作：亩产量约2.5吨，产秸秆7.5吨；

玉米连作改为“苜蓿-玉米”轮作：3年苜蓿+2年玉米，5年亩产玉米可达1.2吨，产秸秆3吨，产苜蓿干草2.4吨。

产品价格：按玉米2400元/吨、秸秆750元/吨，苜蓿干草2800元/吨计：

5年连作玉米亩收入约11625元；

3年苜蓿+2年玉米轮作的亩收入11850元。

种草每亩增收：225元

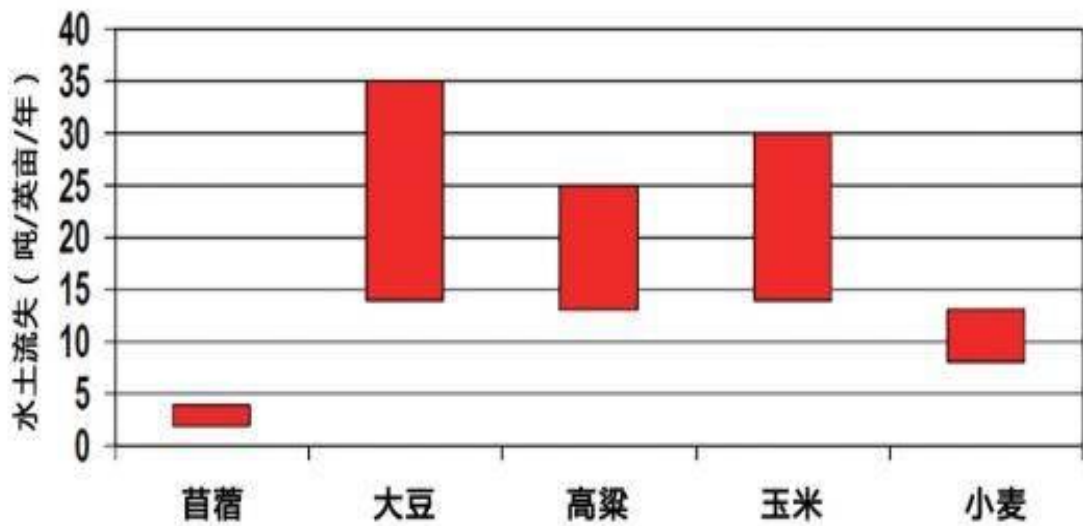
- 生态帐

农田种植饲草如苜蓿，可固氮，增有机质、提土壤质量，减水土流失。

(1) “减施化肥”。种植苜蓿地块，后茬种植玉米或小麦第1年无需施N肥，第2、3年，施N肥量也较少，一般为3~4kg/亩；

(2) “培肥地力”。种植紫花苜蓿3年的地块，积累干残体2049kg/亩，折合氮31kg/亩，磷6.3kg/亩，钾98.5kg/亩；

(3) “减少水土流失”。苜蓿种植3~5年后，可以扎根2m左右，改善土壤的通气性、持水力等状况，显著降低农田水土流失。



苜蓿与农作物种植对水土流失的影响

- 苜蓿套种青贮玉米的饲草生产技术

黄淮海区域，苜蓿收完二茬或三茬后，套种青贮玉米，这样**避开高温高湿对苜蓿的不利影响**，发挥玉米适宜环境的作用，收获青贮。**这样可以增加优质饲草的供给。**



(二) 调制加工技术

1. 优质干草生产技术

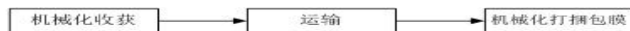
- **生产流程：**割草-散搂草-打捆-装垛-加压运输
- **关键技术：**全程机械化技术。机械是保证草产品品质的关键，想得到优质的草产品，需要配套的机械设备。



2. 饲草青贮调制加工技术

主推技术：饲草全程全面机械化收贮技术

(1) 饲草“收获—粉碎—集料—装车”及“打捆-包膜” 青贮机械化技术。采用饲草收获机，一次完成饲草收割、粉碎和草料集箱或装车等工序，然后用打捆包膜机进行打捆包膜，再用夹包搬运机运到指定位置，贮存备用。技术模式流程图如下所示：



青饲料收获机一次完成青饲料收割、粉碎和草料集箱或装车



收获后进行打捆包膜，再用夹包搬运机搬运到指定位置贮存

(2) 饲草田间机械化“收获—打捆—包膜”青贮一体化技术。一次可以完成饲草的收割、自动喂入、粉碎和打捆等作业，**配套包膜机、夹包机**，平均每小时可打捆20~30个，具有效率高，成本低，实现饲草就地打捆包膜，品质好，商品率高等青贮目标。其技术模式流程图如下所示：



收获打捆一体机一次完成收割、自动喂入、粉碎和打捆等作业



打捆包膜后用夹包搬运机搬运到指定位置贮存

二、优质饲草料精准饲喂技术

- 奶业发展新阶段：

奶牛养殖：从传统向现代升级

奶业发展：从数量型向质量型转变



- 奶牛规模化养殖水平显著提高

全国存栏奶牛100头以上养殖场比重, 2008年19.5%, 2022年70%以上;

规模化、集约化提升: 奶牛年饲草饲料消耗量将增加近40%。牛场对购买饲草饲料原料的依赖度增强。

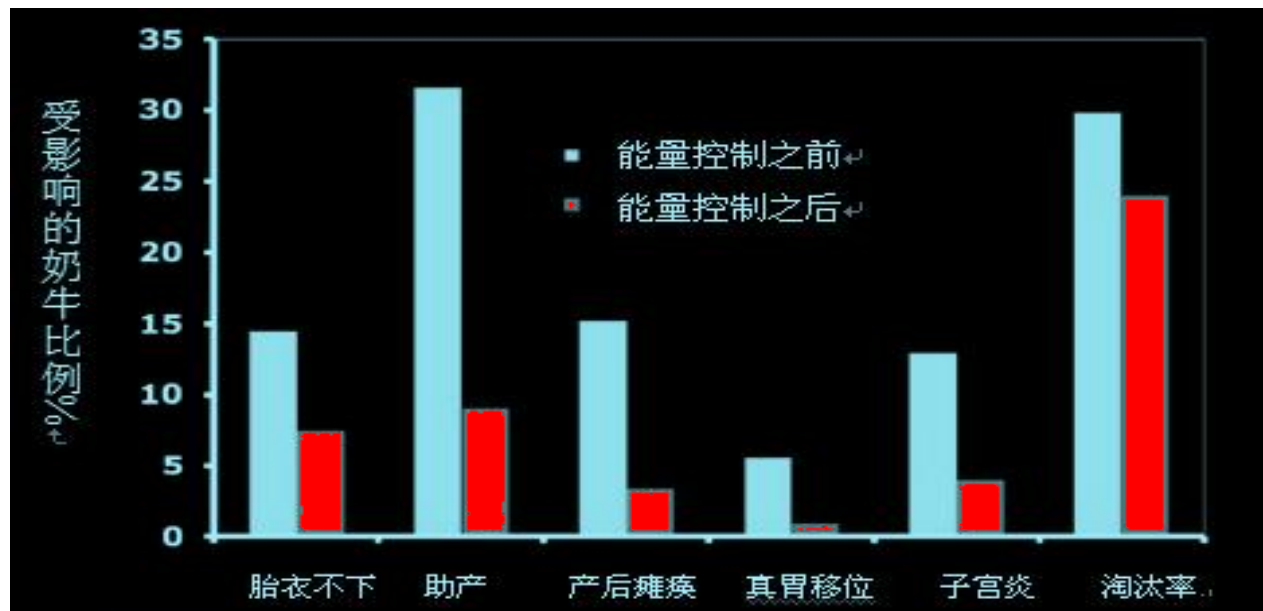


- 奶牛日粮结构转变：

“低质饲草+高精料” 转向 “优质饲草+中、低精料”

日粮中优质饲草料占比提升：从根本上克服大量使用精料片面追求高产带来的奶牛繁殖和代谢病多、利用年限短、日粮成本高、养分转化效率低、经济效益差等种种弊端。

- 高精饲料对奶牛健康状况的影响



- 奶牛养殖成本
- 2022年我国生产单位牛奶的成本中： 精饲料（43.65%）与青粗饲料（18.03%，青贮+干草）合计成本占比为61.68%。
- 人工成本、固定资产折旧占比分别为18.9%、12.84%。



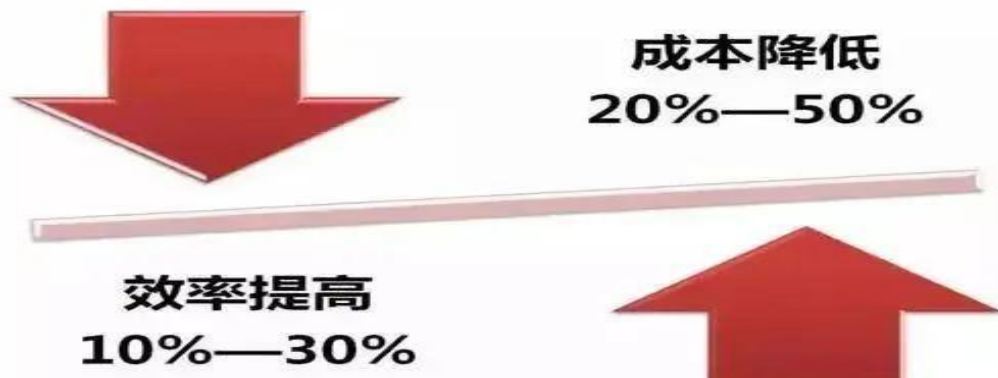
高饲料成本意味着搞养殖成本



饲草料成本是奶牛养殖环节成本重大构成

保障供应优质饲草料，是降低奶牛饲养成本重要途径之一。

饲草料精准饲喂，是实现奶牛场增效的有效对策。



- 提高饲草料转化效率是牛场“节本增效”潜力所在

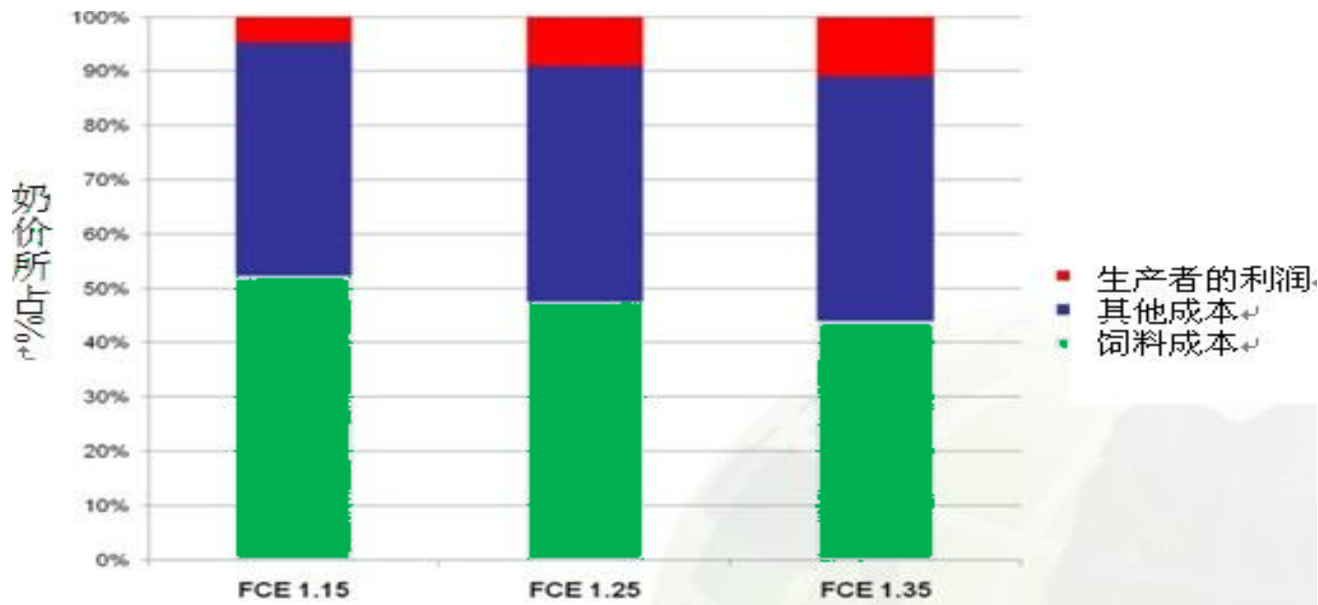


图 饲草料转化效率与牛场利润

FCE（饲草料转化效率）=每公斤能量校正乳/每公斤干物质

精准饲喂：就是让牛吃饱，吃好

为什么不但要吃饱，还要吃好？

- **更高的采食量**

优质牧草中碳水化合物含量的增加也会使采食量增加。这是由于高糖草的消化率提高，以及高糖含量“稀释”了植物中的纤维，从而增加了草的消耗量。

- **更多的牛奶**

摄入更多的干物质会提高产奶量。通常，高糖品种的干物质消化率比低糖品种高 **2% 至 3%**。研究表明，消化率每增加 **1%**，每头奶牛每天可以增加 **0.5 至 0.7** 升牛奶。

- **更好的 N 平衡**

随着牧草中糖分的增加，植物和动物中碳水化合物和蛋白质之间的平衡更加有利。这意味着动物体内蛋白质的利用率更高，而对环境造成的氮负担也更少。

- **四倍体品种是最好**

一般而言，多年生黑麦草的四倍体品种比二倍体品种的碳水化合物含量高 **2% 至 3%**。然而，这两种类型有相当大的差异。



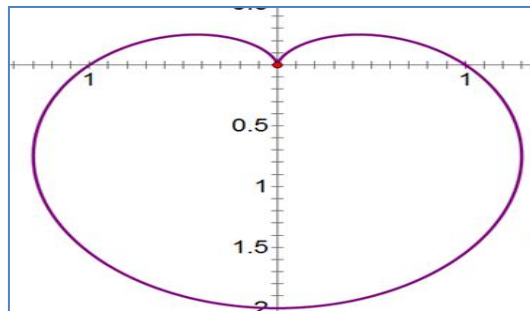
精准饲喂：实现“草-畜”高效转化的关键

- 提高资源利用效率更高
- 低生产单位牛奶的饲草料成本，提高生产者的利润
- 获得更好的瘤胃功能和牛健康
- 降低牛奶生产对环境的负面影响



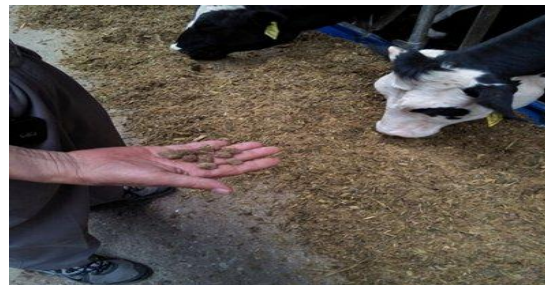
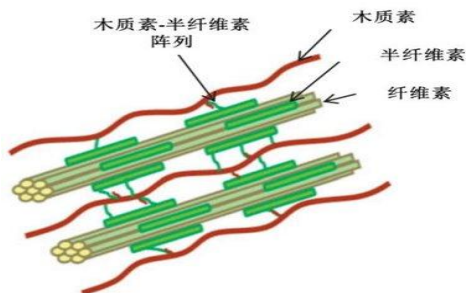
精准饲喂：提高饲草料转化效率

- 奶牛潜在饲草料转化效率为1.5，即消耗1公斤饲草料，可以生产1.5公斤牛奶。
- 目前，欧洲平均饲草料转化效率是1.16，美国是1.25，均未达到潜在的饲草料转化效率。
- 中国平均饲草料转化效率是1.06，有很大的潜力可挖。



- 我国奶牛饲草料转化效率与潜在目标值1.5较大差距原因：**日粮引起的**
- 配方不合理，粗饲料质量不高的问题；
- 物理结构不理想；
- 配方变化较大；
- 日粮不优导致的奶牛瘤胃功能不良及健康问题。

原料	Ingredient	kg DM
低木质素玉米青贮	BMR Corn Silage	10.09
苜蓿青贮	Alfalfa Haylage	4.97
精料	Protein/Conc. Mix	7.53
喷浆玉米	Corn Gluten Feed	2.04
菜粕	Canola Meal	1.59



精准采食：放牧牛群的判定易



- 如果你善于观察：当你的牛群不时停下来慢慢咀嚼的时候，或许它们正在享受优质牧草带来的乐趣。相反，如果他们一直低头忙碌采食，或许说明现有的牧草根本无法满足他们的营养需求……
- 吃得越多，产出越多，不是正相关。

精准饲喂：日粮优化配制技术

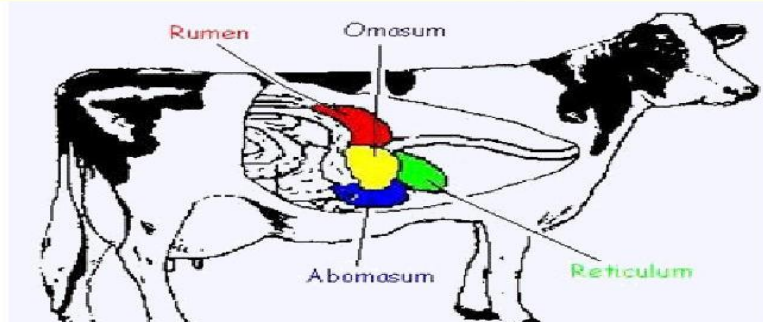
- 保证日粮的正确，给奶牛提供她喜欢的日粮，获得其所需营养。
- 保证日粮中**均衡的物理营养和化学营养**，最大程度的为瘤胃提供理想的可消化日粮。
- 帮助奶农保证日粮的可重复性、投料的顺序、混料时间、数据记录的饲喂系统。



- 保护瘤胃机能与保持瘤胃健康。理想的饲草饲料搭配可以提供粗饲料消化的理想瘤胃内环境；提高纤维消化率，也保证了动物的健康；粗饲料的转化效率越高，生产的牛奶质量越高。

❖ 养好奶牛——养好瘤胃

❖ 做好饲料——研究好瘤胃



- 特殊生理阶段的奶牛健康维护
- 产犊前保证瘤胃的营养，提高奶牛健康水平。
- 干奶期提供充足的营养，降低奶牛疾病的发生概率。
- 产奶期避免奶牛动用自体脂满足产奶的能量需求，动用体脂是降低奶牛繁殖率主要原因之一。



精准饲喂：优质饲草料精喂量调控技术

- **饲喂量控制**：奶牛饲草料干物质DMI为体重1.4%~1.8%，常按1.5%计量。
- **采食量控制**：奶牛**健康和产量第一限制性因素**。奶牛按要求采食饲草料，可达到预计的奶产量。如何合理利用饲草料，使奶牛把分配的饲草料采食下去，是工作的重点。

动物因素	日粮因素	管理和环境因素
品种	饲料构成	空槽时间
性别	化学成分	饲喂次数
体重	消化率	饲喂形式
年龄	通过速度	饲喂顺序
胎次	物理特性	惊吓应激
乳量	干物质含量	牛舍环境舒适度
体况	发酵品质	饲槽宽度和高度
泌乳期	适口性	季节、温度
妊娠	粗饲料质量	水质与饮水
运动量	营养组合	空气
采食习惯和行为	矿物质添加剂	光照

精准饲喂：饲草NDF、ADF精准应用技术

- **饲草NDF、ADF运用：**饲草料主要功能是提供奶牛优质**营养纤维**。

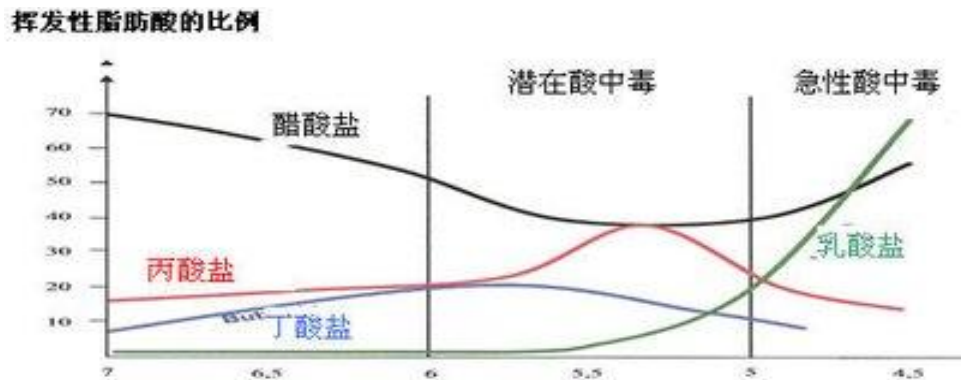
NDF含量反映了饲草潜在的采食量。

ADF含量反映了奶牛从饲草中获得能量数量和消化率。

- **合理使用NDF、ADF、eNDF：**能使奶牛干物质采食最大化和合理控制奶牛体况，也能降低饲养成本。

粗纤维	→	瘤胃健康（PH值、反刍）
能量	→	决定产奶量的关键要素（乳糖率稳定4.5-4.8%）
钙	→	决定产奶量的要素
蛋白	→	对产奶量直接影响差异大

- 日粮中NDF、ADF比例, 决定奶牛干物质采食量
- NDF过高抑制奶牛采食, 过会引起酸中毒。
- eNDF (有效NDF) 是能刺激奶牛反刍的NDF。日粮中eNDF占干物质不低于20%。
- ADF在奶牛消化系统内很少或不能消化, 会降低饲草料在消化系统内的通过速度。



精准饲喂：NDF、ADF、eNDF这些复杂数据运用好？

- **精准计算**：优质饲草料干物质采食量，**优先保证奶牛健康**，如草质量较差，**可以用到体重1.4%**，草质量较好**可用到1.6%以上**。
- **精准营养**：根据奶牛营养需要，提供牛群营养，对不足部分，再用精料补充。
- **精准配制**：根据每群奶牛的基本信息（体重、泌乳天数、产量、采食情况、怀孕天数、体况、未来目标，**结合饲草饲料来源**，**确定日粮配比与配方**。

- **精准饲喂：**日粮饲喂中三种情况的调整优化

1. **刚刚好。**基于牛群需要和成本考虑，根据牛群产量和体况进行优化调整；

2. **不够吃。**基于奶牛不同生产阶段、体况来确定；生产后期牛体况好，增加优质饲草就可以；生产早期牛，先同比例增加饲草料数量，同时更换更好的饲草料，并根据产量和体况，调整优化精料的能量蛋白；

3. **吃不掉。**基于提高奶牛采食量，提供优质草替代劣质饲草，如增加优质苜蓿草、优质青贮饲料。