

# 全国畜牧总站文件

牧站(饲)[2023]109号

---

## 关于印发猪、肉牛、肉羊和草鱼饲用豆粕 减量替代技术要点的通知

各省、自治区、直辖市及计划单列市农业发展服务(农业技术推广、农牧业技术推广、畜牧水产)、畜牧(饲草饲料、饲料、饲草料、草地技术)总站(站、中心):

贯彻落实《中共中央 国务院关于做好2023年全面推进乡村振兴重点工作的意见》《农业农村部关于落实党中央国务院2023年全面推进乡村振兴重点工作部署的实施意见》要求,为推动深入实施饲用豆粕减量替代行动,受畜牧兽医局委托,我站组织编制了《猪低蛋白低豆粕多元化日粮配制技术要点》《肉牛低蛋白低豆粕多元化饲粮配制技术要点》《肉羊低豆粕饲粮配制及饲养技术要点》《草鱼低蛋白低豆粕多元化饲料配制技术要点》(以下简称《技术要点》)。现将《技术要点》印发你们,请结合本地实际情况

加强推广应用,促进饲料资源节约利用。技术推广工作中好经验、好做法、好典型请反馈我站。

联系人:单丽燕 李燕松

电话:010-59194594

电子邮箱:xmzslc@agri.gov.cn

- 附件:1. 猪低蛋白低豆粕多元化日粮配制技术要点
2. 肉牛低蛋白低豆粕多元化饲料配制技术要点
3. 肉羊低豆粕饲料配制及饲养技术要点
4. 草鱼低蛋白低豆粕多元化饲料配制技术要点



## 猪低蛋白低豆粕多元化日粮配制技术要点

猪养殖饲料消耗量占我国养殖业饲料消耗总量的 40%以上，是饲用豆粕消耗的主体。当前饲用豆粕高度依赖进口大豆，亟待构建具有中国特色的猪低蛋白低豆粕多元化日粮配方技术体系，有效降低猪饲料中豆粕占比。基于猪高效生产的营养需要和饲料原料营养价值精准评价，以净能体系、氨基酸平衡和能氮平衡为核心，辅以杂粮杂粕多元化应用技术，形成猪低蛋白低豆粕多元化日粮配制技术。

### 一、低蛋白氨基酸平衡日粮技术

#### （一）猪营养需要量

不同生理阶段的猪对于饲料营养需要量存在差异。为保证猪个体之间的精准营养，应按照体重进行分阶段饲喂。不同生理阶段猪营养需要量可参考表 1。需要注意的是，在使用这些参数配制日粮时，需要应用饲料原料净能和标准回肠可消化氨基酸含量等最新数据。另外，不同生理阶段猪的维生素、矿物质等需要量可参考《猪营养需要量》（GB/T 39235）。

表 1 猪低蛋白氨基酸平衡日粮营养需要量

生理阶段		粗蛋白质	净能 kcal/kg	标准回肠可消化氨基酸，%						
				赖氨酸	苏氨酸	色氨酸	含硫氨基	缬氨酸	异亮氨酸	亮氨酸
仔猪	7~20 kg	18	2500	1.30	0.83	0.24	0.73	0.81	0.72	1.30
生长 育肥 猪	20~50 kg	15	2420	1.01	0.63	0.18	0.58	0.63	0.57	1.03
	50~75 kg	13	2420	0.86	0.54	0.15	0.49	0.54	0.48	0.89
	75~100 kg	12	2450	0.75	0.48	0.13	0.42	0.48	0.42	0.77
	100~120 kg	11	2450	0.70	0.45	0.12	0.40	0.45	0.39	0.69
妊娠母猪		12.5	2435	0.58	0.38	0.10	0.34	0.39	-	-
泌乳母猪		16.5	2600	0.85	0.55	0.16	0.47	0.72	-	-

注：1.含硫氨基酸指蛋氨酸和半胱氨酸。2.本表中净能和标准回肠可消化赖氨酸营养需要量是根据猪生长模型确定的，其他标准回肠可消化氨基酸营养需要量是根据其与赖氨酸比例（理想蛋白质）计算的估测值。3.粗蛋白质数据是根据试验数据确定的配制日粮的推荐值。

## （二）饲料原料营养价值精准评价

饲料原料净能、标准回肠可消化氨基酸、微量元素、脂肪酸等参数可参考《猪营养需要量》（GB/T 39235），或通过文献检索、使用饲料大数据平台（<https://www.feedsaas.com>）查询等方式获取。但是，由于饲料原料品种、产地、种植环境、加工工艺、储存条件等因素会对原料营养价值产生影响，同一种饲料原料营养价值差异较大。通过开展近红外快速检测可获取饲料原料净能和标准回肠可消化氨基酸等数据，也可通过湿化学法检测其常规化学成分，然后使用动态预测方程获取生长猪饲料原料净能（见表 2）和标准回肠可消化氨基酸（见表 3）等数据，实现饲料原料营养价值的准确评价。

表 2 基于近年来国内自主测定数据建立的生长猪饲料原料净能预测模型（干物质基础）

项目	样本量	建立的模型 <sup>1</sup>	模型拟合度 <sup>2</sup>				建模所用原料
			R <sup>2</sup>	RMSE	AIC	BIC	
能量饲料原料	12	NE=2.03+0.21CP+0.12 starch	0.65	0.67	34.7	30.9	玉米、裸燕麦、糙米、小麦、高粱、粟、大麦、部分脱壳大麦、脱壳粟
		NE=-8.62+0.59GE+0.17 CP+0.12 starch	0.70	0.66	39.3	31.7	
		NE=-34.85+2.25 GE+0.076 starch+0.12NDF-0.38 ADF	0.77	0.61	44.7	30.8	
蛋白质饲料原料	19	NE=12.18+0.23 EE-0.12 NDF	0.68	0.90	57.5	58.4	豆粕、菜粕、棉粕、花生粕、葵花粕、玉米干酒精糟及可溶物
		NE=-8.39+1.07 GE-0.15 NDF+0.062 ADF	0.70	0.90	60.2	60.3	
		NE=14.88+0.22 EE-0.15 NDF+0.095 ADF-0.44 ash	0.75	0.86	61.4	60.0	
纤维饲料原料	11	NE=-22.91+1.63 GE	0.82	0.98	38.1	35.9	小麦麸、玉米胚芽粕、米糠粕、米糠、燕麦麸、玉米皮、棕榈粕、玉米麸质饲料
		NE=8.21+0.35 EE-0.29 ash	0.92	0.72	35.0	30.0	
		NE=9.38+0.32 EE-0.083 ADF-0.26 ash	0.96	0.55	35.0	25.0	
生长猪常用原料（不分类）	42	NE=-16.10+1.22 GE+0.084 starch	0.76	1.13	135.7	141.6	小麦麸、玉米胚芽粕、米糠粕、米糠、燕麦麸、玉米皮、棕榈粕、玉米麸质饲料
		NE=-20.79+1.29 GE+0.091 CP+0.120 starch	0.87	0.86	113.5	120.5	
生长猪常用日粮	58	NE=-9.24+0.98 GE+0.061 starch	0.62	0.55	78.9	85.0	小麦麸、玉米胚芽粕、米糠粕、米糠、燕麦麸、玉米皮、棕榈粕、玉米麸质饲料
		NE=-9.84+0.85 GE+0.081 CP+0.088 starch	0.67	0.52	75.3	82.6	
		NE=-9.28+0.90 GE+0.065 CP-0.075 ADF+0.074 starch	0.69	0.51	75.2	83.6	

注：1 均为干物质基础，单位 MJ/kg。All items are on as-fed basis, with MJ/kg as unit. 2RMSE: 均方根误差，root of mean square error; AIC: 赤池信息准则，Akaike information criterion; BIC: 贝叶斯信息准则，Bayesian information criterion.

表 3 近年来国内开展的生长猪饲料原料氨基酸 SID 测定试验及建立的预测模型

原料	样本量	标准回肠末端氨基酸消化率/%					建立的模型 <sup>1</sup>
		SID AAs					
		赖氨酸 Lys	蛋氨酸 Met	苏氨酸 Thr	色氨酸 Trp	缬氨酸 Val	
玉米	10	61.45~78.47	74.09~90.91	70.19~85.79	NA	73.97~85.60	SID Lys=85.41-6.11 EE (R <sup>2</sup> =0.29); SID Met=101.00-3.39 NDF+98.15 Met (R <sup>2</sup> =0.93).
玉米干酒精糟及可溶物	10	56.16~72.47	77.26~87.08	63.70~75.73	54.90~69.08	69.52~81.50	SID Lys=57.77+1.13 EE-3.19 a*+55.00 Met (R <sup>2</sup> =0.91); SID Met=92.89-1.92 CF-2.09 a*+16.33 Met+5.46 Lys:CP (R <sup>2</sup> =0.93); SID Thr=82.88+0.53 EE-3.22 ash (R <sup>2</sup> =0.64); SID Trp=56.83+1.10 EE-2.27 ash+35.96 Met (R <sup>2</sup> =0.82).
玉米麸质饲料	10	42.41~63.53	60.63~86.88	25.75~56.88	NA	53.83~73.00	SID Lys=1.44 starch+67.19 Lys-2.74 (R <sup>2</sup> =0.77); SID Met=125.41-3.78 ADF (R <sup>2</sup> =0.49).
玉米胚芽粕	10	62.05~79.34	72.21~79.58	44.38~70.95	34.44~67.81	60.08~84.93	SID Lys=130.45+9.58 EE-1.16 TDF-51.62 Lys (R <sup>2</sup> =0.91); SID Met=184.68-4.43 CP+1.04 starch-0.80 IDF (R <sup>2</sup> =0.88); SID Trp=28.92+9.39 AEE+72.19 Ca (R <sup>2</sup> =0.67).
玉米蛋白粉	15	80.8~ 89.3	89.6~ 97.2	84.0~ 92.9	62.4~ 83.6	85.5~ 92.8	SID Met=109.10-0.30 CP+1.13 CF (R <sup>2</sup> =0.72); SID Trp=52.94+9.42 ash (R <sup>2</sup> =0.30).
大麦	9	77.2~92.6	68.1~84.2	73.7~84.5	73.2~85.2	72.9~85.3	SID Thr=89.54+0.76 CP-7.53 ash (R <sup>2</sup> =0.74).
小麦	10	80.6~ 89.9	89.6~ 94.5	80.5~ 90.8	84.4~ 94.6	84.3~ 92.9	SID Lys=67.30+41.25 Lys (R <sup>2</sup> =0.41); SID Met=104.54-1.13 NDF (R <sup>2</sup> =0.36); SID Thr=48.77+99.51 Thr (R <sup>2</sup> =0.40).
小麦麸皮	10	73.0~ 84.7	79.1~ 88.6	50.6~ 70.8	70.8~ 87.3	58.7~76.6	SID Lys=109.72-49.00 Lys (R <sup>2</sup> =0.52); SID Met=96.24-8.51 EE+2.61 ash (R <sup>2</sup> =0.67); SID Trp=-5.00 CF+12.16 ash+61.49 (R <sup>2</sup> =0.49).

小麦次粉	10	79.54~94.41	89.35~95.26	82.39~91.10	85.19~94.95	87.48~95.13	SID Lys=6.41 Lys/CP+66.46 (R <sup>2</sup> =0.51); SID Met=-0.69 CF+95.11 (R <sup>2</sup> =0.37); SID Thr=0.99 CP+73.45 (R <sup>2</sup> =0.41).
全脂米糠	10	68.74~81.92	73.22~88.72	56.61~76.43	53.79~82.72	70.45~82.64	SID Lys=60.45-5.28 CP-0.35 starch-1.22 ADF+9.95 ash+309.80 Met-356.48 Thr+883.68 Trp (R <sup>2</sup> =0.99); SID Met=107.89+7.82 CP+0.36 starch-1.40 NDF+3.78 ADF-3.68 ash-6.33 GE (R <sup>2</sup> =0.96).
亚麻饼	10	70.90~85.41	85.29~95.86	71.64~82.78	74.66~92.76	73.47~89.74	SID Lys=45.63+49.49 Met (R <sup>2</sup> =0.47); SID Met=107.81-0.57 NDF+0.36 ADF (R <sup>2</sup> =0.92); SID Thr=34.66+0.99 CP+0.61 EE (R <sup>2</sup> =0.71).
双低菜籽饼	8	55.43~86.16	86.23~93.16	62.09~76.74	76.92~84.67	65.47~78.61	SID Lys=0.33 PS+56.89 (R <sup>2</sup> = 0.78); SID Met=1.65 Lys-2.40 CF+22.07 Met+111.04 (R <sup>2</sup> =0.91)
棉籽粕	10	55.00~68.02	69.94~79.98	59.33~73.14	70.00~80.89	65.14~72.32	SID Lys=-25.68+5.01 cellulose-1.84 ADF+95.30 Met (R <sup>2</sup> =0.85) SID Trp=83.29-0.52 CP+14.32 AEE (R <sup>2</sup> =0.70).
葵花粕	10	67.03~82.07	77.16~90.27	61.97~77.01	68.70~81.80	66.36~78.94	SID Lys=39.65+90.30 Met-84.36 Trp)(R <sup>2</sup> =0.98); SID Met=58.02-0.49 EE+7.96 Ca+33.98 Met (R <sup>2</sup> =0.97); SID Thr=28.39+56.73 Met (R <sup>2</sup> =0.87).
花生粕	10	59.65~76.75	77.40~87.22	60.07~72.92	62.93~77.56	73.81~81.69	SID Lys=48.10 Lys-0.42 NDF-0.61 (R <sup>2</sup> =0.88); SID Met=24.31 Met+28.44 Lys-0.28 NDF+31.16 (R <sup>2</sup> =0.92); SID Thr=36.81 Lys+9.50 (R <sup>2</sup> =0.74).

注：1 单位%。Unit: %。a\*, 红度值, redness value; PS, 蛋白质溶解度, protein solubility。

### (三) 可消化氨基酸平衡

配制低蛋白氨基酸平衡日粮关键技术是额外补充赖氨酸、苏氨酸、蛋氨酸、色氨酸、缬氨酸和异亮氨酸等限制性氨基酸，使之满足猪氨基酸营养需要并且达到相互平衡，仔猪、生长育肥猪日粮主要营养成分指标可参考表 4。

表 4 仔猪、生长育肥猪日粮主要营养成分指标

项目	仔猪		生长育肥猪			
	3~<10 kg	10 ~<25 kg	25 ~<50 kg	50 ~<75 kg	75 ~<100 kg	100 kg~出栏
SID 赖氨酸/% ≥	1.26	1.06	0.92	0.77	0.66	0.57
SID 蛋氨酸/% ≥	0.35	0.30	0.25	0.20	0.18	0.15
SID 苏氨酸/% ≥	0.75	0.63	0.54	0.47	0.41	0.33
SID 色氨酸/% ≥	0.21	0.18	0.15	0.13	0.12	0.09
SID 缬氨酸/% ≥	0.78	0.67	0.59	0.49	0.43	0.37
SID 异亮氨酸/% ≥	0.68	0.59	0.51	0.43	0.37	0.31

注：表中蛋氨酸的含量可以是蛋氨酸+蛋氨酸羟基类似物及其盐折算为蛋氨酸的含量；如使用蛋氨酸羟基类似物及其盐，应在产品标签中标注蛋氨酸折算系数。

### (四) 能氮平衡

配制低蛋白氨基酸平衡日粮还应保证能氮平衡。实现能氮平衡的关键在于净能与赖氨酸平衡，即确保猪不同生理阶段日粮中净能与赖氨酸比例适宜，从而达到既能保证猪获得最优生长性能，又能有效减少饲料原料能量或氨基酸消耗的目标。大量的试验数据表明，饲喂低蛋白日粮时生长猪获得最优生长性能和饲料利用效率的净能需要量为 2.36 Mcal/kg，相应的赖氨酸净能比为 4.70 g/Mcal；而育肥猪获得最佳胴体品质的净能需要量为 2.40 Mcal/kg，相应的赖氨酸净能比为 3.50 g/Mcal（注：上述推荐需要量是通过试验数据确定，而表 1 净能和标准回肠可消化氨基酸营养需要量通过



猪生长模型预测获得)。

## 二、低豆粕多元化日粮技术

### (一) 豆粕替代原料营养特性

以净能值和可消化氨基酸等关键参数为基础，在补充赖氨酸、蛋氨酸、苏氨酸和色氨酸等合成氨基酸基础上，确定不同杂粮杂粕在猪不同生理阶段的适宜添加量。

**1.菜籽饼粕。**菜籽饼粕粗蛋白含量低于豆粕，蛋氨酸含量高，赖氨酸和精氨酸含量低，消化率较差；可与棉籽粕进行合理搭配，改善氨基酸组成。普通菜籽饼粕可替代40~50%的豆粕，双低菜粕替代比例可达60~80%。菜籽饼粕有效能值偏低，替代豆粕时需要适量添加油脂。

**2.棉籽饼粕。**普通棉籽饼粕粗蛋白含量低于豆粕，含有游离棉酚和环丙烯脂肪酸等抗营养因子；脱酚棉籽蛋白的粗蛋白含量与豆粕相当或略高，精氨酸含量高于其他饼粕类原料，但赖氨酸含量远低于豆粕。棉籽饼粕可与菜籽饼粕等其他饼粕组合使用，改善氨基酸组成。普通棉籽饼粕可替代30~40%的豆粕，脱酚棉籽蛋白替代比例可达60~80%。

**3.花生饼粕。**花生饼粕粗蛋白含量与豆粕相当，精氨酸含量很高，但缺乏蛋氨酸、赖氨酸和色氨酸，氨基酸消化率低；所含矿物质中钙少磷多，且磷多属植酸磷；易受黄曲霉毒素污染，使用时需要注意防霉。花生饼粕在猪饲料中用量一般不超过10%。

**4.葵花粕。**葵花粕中蛋氨酸含量高，赖氨酸和苏氨酸含

量低，多数氨基酸的消化率比豆粕低，最好与豆粕同时使用以改善氨基酸平衡。未脱壳的葵花粕纤维含量高，在生长育肥猪中用量一般不超过 5%，在母猪饲料中用量一般不超过 10%；脱壳处理后的葵花粕可适当加大用量，在生长育肥猪饲料中可用到 20%以上。

**5.芝麻粕。**芝麻粕粗蛋白含量和氨基酸消化率与豆粕相似，精氨酸含量高，在猪饲料中可添加比例在 15%左右。

**6.玉米加工副产物。**玉米加工副产物中的喷浆玉米皮、玉米蛋白粉、玉米胚芽粕可部分替代豆粕。喷浆玉米皮蛋白含量可达 20%以上，但使用时要注意防止真菌毒素污染；玉米蛋白粉纤维含量低，粗蛋白可达 60%以上，但超过 50%的蛋白质为醇溶蛋白，利用率较低，且氨基酸组成不平衡，蛋氨酸和谷氨酸含量高，赖氨酸和色氨酸缺乏，替代部分豆粕时需补充必需氨基酸；玉米胚芽粕粗蛋白含量可达 30%以上，但纤维含量高，缺乏赖氨酸、色氨酸和组氨酸，替代豆粕时要注意补充相应氨基酸。玉米加工副产物在猪饲料中用量一般不超过 15%，但是，玉米蛋白粉在粉状饲料中的用量不超过 5%，玉米胚芽粕在母猪饲料中可用到 20%。

**7.干全酒精糟（DDGS）。**DDGS 粗蛋白含量在 26%以上，赖氨酸和色氨酸含量不足，叶黄素含量高。玉米 DDGS 脂肪含量在 10%以上，且亚油酸比例高，可弥补因使用麦类原料导致的日粮亚油酸不足。DDGS 在仔猪饲料中用量一般不超过 10%，生长育肥猪一般不超过 20%。

**8.棕榈粕。**棕榈粕粗蛋白含量低于豆粕，缺乏赖氨酸、蛋氨酸和色氨酸，纤维含量较高，在平衡日粮氨基酸基础上可部分替代豆粕。棕榈粕在猪饲料中用量一般不超过5%。

**9.亚麻饼粕、胡麻饼粕。**亚麻饼粕和胡麻饼粕粗蛋白及氨基酸含量与菜籽饼粕相似，蛋氨酸与胱氨酸含量少，粗纤维含量约8%。亚麻饼粕与胡麻饼粕因含氢氰酸，用量不宜过高，猪饲料中可添加5~6%。

**10.其他植物性蛋白原料。**根据部分地区养殖传统和饲料资源特点，可选择区域特色的植物性蛋白原料少量替代豆粕，如苜蓿、饲料桑、杂交构树、辣木等，将植物茎叶进行干燥与粉碎制成草粉后适量添加，同时要配合使用纤维素酶等酶制剂，猪饲料中添加量一般不超过5%。

## **(二) 豆粕替代原料使用限量**

### **1.蛋白质饲料原料**

根据不同饲料原料特性，确定棉籽粕、菜籽粕、花生粕、葵花籽仁粕、芝麻粕、亚麻粕、玉米蛋白粉等蛋白质饲料原料在猪饲料中最高推荐使用量（见表5）。

表 5 猪不同生理阶段日粮蛋白质饲料原料最高推荐使用量 (%)

项目	仔猪		生长育肥猪		母猪	
	3~10 kg	10~25 kg	25~50 kg	50 kg~出栏	妊娠母猪	泌乳母猪
大豆浓缩蛋白	10	10	-	-	-	-
蛋粉	10	10	-	-	-	-
干白酒糟	-	10	10	10	10	10
干啤酒糟	-	10	10	10	10	10
含可溶物的玉米干酒精糟	5	10	20	20	20	20
花生粕	-	-	10	10	10	-
葵花籽仁粕	-	5	10	15	15	10
米糠粕	-	10	30	30	30	10
棉籽粕	-	10	10	10	15	10
膨化大豆	10	10	-	-	-	5
乳粉	40	30	-	-	-	-
乳清粉	25	10	-	-	-	-
双低菜籽粕	-	10	15	15	15	15
甜菜粕	-	5	10	10	50	10
亚麻粕	-	-	5	5	5	-
鱼粉	15	15	-	-	5	5
玉米蛋白粉	-	5	5	5	5	5
玉米胚芽粕	10	20	20	20	30	15
芝麻粕	-	5	15	15	15	5

注 1: 注意饲料原料真菌毒素对替代比例的影响。2: “-”表示不推荐使用或使用不经济。

## 2. 能量饲料原料

根据不同饲料原料特性，通过大量的科学研究明确了稻谷、糙米、小麦、大麦、小麦麸、木薯粉、玉米皮等能量饲料原料在猪饲料中使用量（见表 6）。

表 6 猪不同生理阶段能量饲料原料最高推荐使用量 (%)

项目	仔猪		生长育肥猪		母猪	
	3~10 kg	10~25 kg	25~50 kg	50 kg~出栏	妊娠母猪	泌乳母猪
糙米	40	40	60	60	60	60
大豆皮	5	5	10	10	30	10
稻谷	-	10	30	30	30	20
高粱	-	10	80	80	80	80
裸大麦	25	80	80	80	80	80
皮大麦	15	25	25	25	80	20
米糠	-	10	30	30	30	10
木薯粉	-	15	30	30	30	30
苜蓿干草粉	-	5	10	15	30	5
喷浆玉米皮	-	-	15	15	10	5
玉米皮	-	5	10	10	10	5
碎米	40	40	60	60	60	60
豌豆	10	15	20	20	30	30
小麦	45	45	80	80	80	80
小麦次粉	10	10	40	40	40	40
小麦麸	5	10	10	20	30	15
燕麦	15	40	40	40	40	30

注 1: 注意饲料原料真菌毒素对替代比例的影响。2: “-”表示不推荐使用或使用不经济。

### (三) 豆粕使用限量

豆粕含量并非日粮饲喂效果的决定性指标，通过添加合成氨基酸满足猪氨基酸营养需要，其他饲料原料可以部分或完全替代豆粕，以降低日粮豆粕的使用量。猪不同生理阶段日粮中豆粕使用限量可参考表 7。

表 7 猪不同生理阶段日粮中豆粕使用限量 (%)

仔猪		生长育肥猪				母猪	
3~10 kg	10~25 kg	25~50 kg	50~75 kg	75~100 kg	100 kg~出栏	妊娠母猪	泌乳母猪
15	16	13	10	8	5	8	16

### 三、低蛋白低豆粕多元化日粮的推荐配方

在准确分析饲料原料净能和标准回肠可消化氨基酸含量基础上，依据不同生理阶段的猪营养需要量以及豆粕替代原料的营养特性，通过合理利用杂粮杂粕等非常规饲料原料、添加不同种类的合成氨基酸，配制低蛋白低豆粕多元化日粮。不同生理阶段猪低蛋白低豆粕多元化日粮典型配方见表 8 和表 9。

表 8 仔猪、生长育肥猪低蛋白低豆粕多元化日粮典型配方（%）

项目	仔猪		生长育肥猪			
	3~10 kg	10~25 kg	25~50 kg	50~75 kg	75~100 kg	100 kg~出栏
玉米	26.35	38.68	50.98	46.29	45.49	38.36
膨化玉米	26.18	18.50	-	-	-	-
小麦	5.00	8.00	8.00	8.00	10.00	10.00
高粱	-	-	5.00	6.00	8.00	10.00
木薯粉	-	-	5.00	6.00	8.00	13.44
皮大麦	-	3.00	4.00	5.00	5.00	5.00
小麦麸	4.00	5.00	5.00	6.50	6.50	8.00
大豆粕	13.52	7.75	4.20	-	-	-
膨化大豆	8.00	-	-	-	-	-
乳清粉	5.00	5.00	-	-	-	-
鱼粉	3.00	2.00	-	-	-	-
花生粕	-	3.00	4.00	-	-	-
含可溶物的玉米干酒精糟	-	-	-	5.00	6.00	5.73
米糠粕	-	-	2.00	3.00	2.00	3.00

菜籽粕	-	-	2.00	3.00	3.00	3.00
玉米蛋白粉	-	2.00	2.00	2.00	-	-
棉籽粕	-	-	2.00	3.91	2.03	-
大豆油	2.00	1.50	1.00	1.00	-	-
添加剂预混合 饲料	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
石粉	1.22	1.24	0.93	1.01	0.94	0.91
磷酸氢钙	-	-	0.98	0.43	0.27	0.03
磷酸二氢钙	0.95	0.93	-	-	-	-
葡萄糖	1.00	-	-	-	-	-
氯化钠	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
L-赖氨酸盐酸盐	0.90	0.92	0.75	0.77	0.66	0.56
DL-蛋氨酸	0.41	0.32	0.26	0.23	0.23	0.19
L-苏氨酸	0.36	0.31	0.24	0.22	0.22	0.18
L-色氨酸	0.07	0.08	0.06	0.07	0.07	0.06
L-缬氨酸	0.32	0.25	0.17	0.15	0.13	0.11
L-亮氨酸	0.26	0.07	0.01	-	0.05	0.04
异亮氨酸	0.16	0.15	0.12	0.12	0.11	0.09
合计	100	100	100	100	100	100

注：“-”表示本配方中未使用。

表 9 母猪低蛋白低豆粕多元化日粮典型配方 (%)

项目	妊娠母猪		哺乳母猪
	妊娠天数 ≤90	妊娠天数 > 90	
玉米	44.90	51.42	56.61
小麦	-	5.00	6.00
小麦麸	20.00	10.22	5.72
大豆粕	4.06	7.58	16.00
大豆皮	15.00	10.00	-
甜菜粕	10.89	5.00	-
含可溶物的玉米干酒精糟	-	3.00	3.00
菜籽粕	1.00	2.00	3.40
棉籽粕	1.39	2.00	3.00
大豆油	-	-	2.12
添加剂预混合饲料	1.00	1.00	1.00
石粉	0.34	0.65	0.71
磷酸氢钙	0.74	1.13	1.58
氯化钠	0.40	0.40	0.40
L-赖氨酸盐酸盐	0.18	0.33	0.26
DL-蛋氨酸	-	0.07	-
L-苏氨酸	0.10	0.15	0.08
L-色氨酸	-	0.03	0.03
L-缬氨酸	-	0.02	0.09

注：“-”表示本配方中未使用。



## 肉牛低蛋白低豆粕多元化饲粮配制 技术要点

作为反刍动物，肉牛特有的复胃结构决定其具有可利用包括杂粕、秸秆等非粮饲料资源的优势。本要点通过精准营养供给、氨基酸平衡、饲草料提质增效、杂粮杂粕替代豆粕、非蛋白氮合理应用等方式降低肉牛饲粮中豆粕用量，有利于在现代养殖模式下充分发挥多种饲料资源的营养价值，同时保证肉牛育肥效率，实现节本增效。

### 一、技术要点

#### （一）低蛋白饲粮配制要点

##### 1. 确定营养需要量

肉牛在不同生产阶段对营养的需求是有差异的，如果营养不平衡，就会因部分营养成分缺乏导致生长迟缓，发育不良，降低饲料转化率和养殖效益。因此，需要根据不同品种、不同年龄阶段和不同生理条件，确定肉牛的营养需要，提供均衡、全面的饲料营养。

**（1）确定分群饲养。**应采取分阶段饲养技术对不同体型大小（见表 1）、不同生产阶段（见表 2）、不同体重的肉牛进行分群饲喂。不同的品种和胴体需求会影响肉牛养殖阶段的划分。西门塔尔牛、安格斯牛、国内小黄牛通常是大、

中、小三种体型的代表。

在确定肉牛的品种并根据生产阶段进行分群后，饲喂不同的饲料。

**表 1 肉牛体型分类**

体型分类	适用品种
小体型	渤海黑牛，郟县红牛，哈萨克牛，皖南牛，闽南牛，大别山牛，枣北牛，巫陵牛，雷琼牛，云南高峰牛，吉安黄牛，锦江黄牛及其相近体型杂交牛后代
中体型	安格斯，海福特，鲁西黄牛，秦川牛，南阳牛，晋南牛，关岭牛，延边牛，夏南牛，草原红牛，三河牛，新疆褐牛，延黄牛，云岭牛及其相近体型杂交牛后代
大体型	西门塔尔，辽育白牛，夏洛来，利木赞、金色阿奎丹、皮埃蒙特、比利时兰及其相近体型杂交牛后代等

**表 2 肉牛生产阶段划分**

性别	阶段划分	说明
公牛	犊牛	Calf, 指性成熟之前的幼龄公牛或母牛，一般年龄不足 1 周岁。犊牛可进一步细分为乳犊或小犊（出生-断奶）和大犊（断奶-周岁）。大犊又叫断奶犊牛（weaned calf），指从断奶（舍饲养殖 3-4 月龄，放牧养殖 5-6 月龄）至 1 岁龄前的犊牛。
	架子牛	Stocker 或 Backgrounder, 指年龄在 1 周岁~2 周岁前用于肥育的公犊牛或母犊牛，包括小架子牛（13-18 月龄犊牛）和大架子牛（19-24 月龄阶段犊牛）。国外也称为周岁牛（yearling）。
	肥育牛	Feeder, 指在肥育场采用高谷物饲料饲养的在栏牛，一般体重 360-600 kg，年龄 12-24 月龄。
母牛	犊牛	Calf, 指性成熟之前的幼龄公牛或母牛，一般年龄不足 1 周岁。犊牛可进一步细分为乳犊或小犊（出生-断奶）和大犊（断奶-周岁）。大犊又叫断奶犊牛（weaned calf），指从断奶（舍饲养殖 3-4 月龄和放牧养殖 5-6 月龄）至 1 岁龄前的犊牛。
	青年母牛	Heifer, 简称青年牛，指产第一胎犊牛之前的幼龄母牛，年龄段通常在 7-24 月龄。青年母牛又分为育成青年母牛和怀孕青年母牛。
	成年母牛	Cow, 指性成熟的肉用母牛，已产过一胎或多胎犊牛。

**(2) 确定肉牛营养需要量。**参考查阅《肉牛营养需要》(第8次修订版,科学出版社,孟庆翔等主译),得出肉牛各项营养指标的需要量,营养需要指标包括:能量(总可消化养分 TDN、代谢能 ME、维持净能 NEm、增重净能 NEg),蛋白质(粗蛋白质 CP、瘤胃降解蛋白 RDP、瘤胃未降解蛋白 RUP、代谢蛋白 MP),氨基酸(赖氨酸 Lys、蛋氨酸 Met 等)、纤维(中性洗涤纤维 NDF、物理有效中性洗涤纤维 peNDF),矿物质(钙 Ca、磷 P、钾 K、钠 Na、硫 S、氯 Cl、镁 Mg、铁 Fe、铜 Cu、锰 Mn、锌 Zn、碘 I、钴 Co、硒 Se、钼 Mo 等),维生素(维生素 A、维生素 D、维生素 E、维生素 B 族等)。根据各养分的需要量,为不同生产阶段、不同增重水平的肉牛配制饲料。

生长肥育牛日营养需要量和饲料评估可参考表 3、表 4。表中所选的肉牛为肥育结束体重 550 kg、体脂肪含量为 28% (参比动物空体脂肪评分值=4) 的安格斯阉牛,生长肥育阶段体重范围 250~500 kg,平均日增重为 0.40~2 kg。表中左侧显示了不同生长阶段的 6 个不同绝食体重 (SBW) 的阉牛维持净能 (NEm)、增重净能 (NEg)、代谢蛋白 (MP)、钙 (Ca) 及磷 (P) 日需要量。表中所有数值都可以直接用于特定生产性能水平下饲料配方的制定。

表 3 生长肥育牛日营养需要量

成年绝食体重 ( 550kg )						
维持需要	绝食体重 ( SBW ) /kg					
	250	300	350	400	450	500
维持净能 NEm/(Mcal/d)	4.8	5.6	6.2	6.9	7.5	8.1
代谢蛋白 MP/(g/d)	239	274	307	340	371	402
钙 Ca/(g/d)	7.7	9.2	10.8	12.3	13.9	15.4
磷 P/(g/d)	5.9	7.1	8.2	9.4	10.6	11.8
日增重	增重所需增重净能 NEg/ ( Mcal/d )					
0.4 kg/d	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	1.9
0.8 kg/d	2.5	2.8	3.2	3.5	3.8	4.1
1.2 kg/d	3.8	4.4	5.0	5.5	6.0	6.5
1.6 kg/d	5.3	6.1	6.8	7.5	8.2	8.9
2.0 kg/d	6.7	7.7	8.7	9.6	10.5	11.3
日增重	增重所需代谢蛋白 MP/ ( g/d )					
0.4 kg/d	149	139	129	120	111	102
0.8 kg/d	288	267	246	226	207	188
1.2 kg/d	423	390	358	326	296	267
1.6 kg/d	556	510	466	423	381	341
2.0 kg/d	686	627	571	516	463	412
日增重	增重所需钙 Ca/ ( g/d )					
0.4 kg/d	10.4	9.7	9	8.4	7.7	7.1
0.8 kg/d	20.1	18.6	17.2	15.8	14.4	13.1
1.2 kg/d	29.6	27.2	25	22.8	20.7	18.6
1.6 kg/d	38.9	35.6	32.5	29.5	26.6	23.8
2.0 kg/d	48.0	43.8	39.9	36.1	32.4	28.8
日增重	增重所需磷 P/ ( g/d )					
0.4 kg/d	4.2	3.9	3.6	3.4	3.1	2.9
0.8 kg/d	8.1	7.5	6.9	6.4	5.8	5.3
1.2 kg/d	12.0	11.0	10.1	9.2	8.4	7.5
1.6 kg/d	15.7	14.4	13.1	11.9	10.8	9.6
2.0 kg/d	19.4	17.7	16.1	14.6	13.1	11.6

表 4 生长肥育牛饲料营养成分含量

饲料	总可消化养分		代谢能		维持净能		增重净能	
	TDN/%DM		ME/(Mcal/kg)		NEm/(Mcal/kg)		NEg/(Mcal/kg)	
A	65		2.40		1.52		0.93	
B	70		2.59		1.68		1.07	
C	75		2.77		1.84		1.21	
D	80		2.96		2.00		1.34	
绝食体重 (SBW) /kg	饲料	干物质 采食量 DMI/ (kg/d)	日增重 ADG/ (kg/d)	粗蛋白 质 CP/ %DM	瘤胃可降 解蛋白 RDP/ %CP	代谢 蛋白 MP/ (g/d)	钙 Ca/ %DM	磷 P/ %DM
250	A	6.06	0.86	12.6	50.6	547	0.48	0.24
	B	5.93	1.04	14.2	48.1	607	0.56	0.27
	C	5.72	1.17	15.7	46.3	652	0.64	0.31
	D	5.42	1.25	17.2	45.0	680	0.71	0.34
300	A	7.27	0.94	11.3	55.4	583	0.42	0.22
	B	7.11	1.12	12.6	53.2	640	0.49	0.24
	C	6.86	1.26	13.9	51.6	682	0.55	0.27
	D	6.51	1.35	15.1	50.3	709	0.61	0.30
350	A	8.48	1.00	10.2	60.2	611	0.38	0.20
	B	8.30	1.19	11.3	58.4	664	0.43	0.22
	C	8.00	1.34	12.4	56.9	703	0.48	0.24
	D	7.59	1.43	13.5	55.8	728	0.53	0.26
400	A	9.69	1.06	9.4	65.0	632	0.34	0.18
	B	9.46	1.26	10.3	63.6	681	0.38	0.20
	C	9.15	1.41	11.2	62.4	718	0.42	0.22
	D	8.68	1.51	12.2	61.3	741	0.46	0.24
450	A	10.90	1.12	8.7	69.9	649	0.31	0.17
	B	10.67	1.32	9.4	68.9	694	0.34	0.18
	C	10.29	1.48	10.2	67.9	727	0.38	0.20
	D	9.76	1.58	11.0	67.0	748	0.41	0.22
500	A	12.12	1.17	8.0	74.8	662	0.28	0.16
	B	11.86	1.38	8.7	74.2	702	0.31	0.17
	C	11.43	1.54	9.4	73.6	731	0.34	0.18

注：A~D 为总可消化养分浓度分别为 65%、70%、75%、80%DM 的饲料。以生长肥育牛日营养需要量（表 3）数据为基础，优化计算出的不同 TDN 浓度饲料的营养成分含量。

## 2. 配制基于氨基酸平衡的饲料

低蛋白氨基酸平衡日粮调控技术是在开展饲料原料营养价值精准评定和应用氨基酸平衡理论的基础上，以氨基酸限制性顺序和适宜比例为依据，对不同生产阶段肉牛营养供给方式进行优化，通过添加瘤胃氨基酸产品，可将基础饲料的粗蛋白水平降低 2~4 个百分点，达到既不影响肉牛生产性能、体尺指标及粪便成型和生产效益，又可以减少豆粕用量的目的。

示例 1: 3~9 月龄犊牛日粮采用赖氨酸:蛋氨酸:苏氨酸比例为 100:31:57 (3~6 月龄) 和 100:32:57 (7~9 月龄) 的氨基酸平衡比例，并通过对相关饲料原料质量的检测、评估，以及过瘤胃氨基酸产品的高效利用等技术的应用，可将“玉米-豆粕-苜蓿”型基础饲料的粗蛋白质 (CP) 水平从 18% 降低至 15%。

示例 2: 低蛋白饲料中添加过瘤胃氨基酸有利于提升肉牛生产性能。20 月龄贵州关岭肥育牛采用 CP 水平 11.5% 的基础饲料进行饲喂，另外在基础日粮中添加 0.15 g/体重<sup>0.75</sup> (代谢体重) 的赖氨酸和 0.15 g/体重<sup>0.75</sup> 的蛋氨酸。结果显示，与不添加氨基酸相比，CP 水平 11.5% 的基础饲料中添加过瘤胃赖氨酸和蛋氨酸，肥育牛 120 d 试验期的平均日增重从 0.77 kg/d 增加到 0.94 kg/d，增长 22%；料重比明显得到改善，从 8.35 降低到 7.90，降低 5.6%。

### 3.考虑能氮平衡和其他营养素平衡

依据饲料营养成分数据库（企业自建或《肉牛营养需要量和饲料成分表指南》2021年出版，孟庆翔等编著）中原料的成分数据，或对原料进行检测后得到的营养成分数据，进行全混合日粮配方计算。计算过程中需要兼顾能氮平衡、微量元素平衡、电解质平衡等。此外，还要兼顾考虑营养素来源、能量饲料组合、蛋白质饲料组合等。

#### （二）多元化饲粮配制技术要点

##### 1.地源性原料选择

在多元化饲粮配制中，可选择秸秆\茎叶类副产物、糟渣等作为粗饲料的主要来源，杂饼杂粕等作为精饲料的原料。表5中所显示的作物秸秆及副产物的营养成分含量，其中CP含量超过10%的原料，可以优先考虑作为饲料中蛋白质供给来源。作物副产物由于加工过程和利用部位不同，导致其副产物营养物质组成存在较大差异，其中CP和纤维含量是影响其在反刍动物饲粮中应用的主要因素，必要时，在使用前检测营养成分含量。

表 5 我国常见具有饲用价值的作物秸秆及其副产物的营养成分含量 (干物质基础, %)

种类	粗蛋白质	粗脂肪	中性洗涤纤维	酸性洗涤纤维	粗灰分	钙	磷	总能 (MJ/kg)
秸秆类								
棉花秸秆	6.37-7.45	3.97	72.10	56.80	5.49-10.47	0.79-1.14	0.08-0.17	-
油菜秸秆	3.37-5.79	2.51-6.82	67.87-79.70	55.52-58.87	5.52-7.58	1.01-1.08	0.09-0.13	4.88
大豆秸秆	5.22-6.94	0.82-1.03	65.0-77.4	44.1-56.8	5.72-6.39	0.99-1.09	0.13-0.15	17.9-18.3
小麦秸秆	3.94	0.94	78.9	48.4	8.93	0.34	0.07	16.9
玉米秸秆	4.52-8.00	1.31-1.61	63.5-76.2	34.2-43.5	8.49-8.53	0.64-0.68	0.08-0.17	16.9-17.4
稻草秸秆	3.67-5.55	1.51-1.72	61.3-71.9	34.7-43.2	11.5-14.0	0.35-0.50	0.09-0.15	15.8-16.3
高粱秸秆	9.86	0.66	46.43	28.66	7.66	0.81	0.23	-
燕麦秸秆	6.85	4.46	52.60	27.50	4.42	0.56	0.13	19.70
豌豆秸秆	10.70	1.27	47.96	32.33	17.94	2.64	0.19	-
茎叶类								
亚麻茎叶	3.59	1.61	65.64	43.75	8.97	0.61	0.06	-
葵花茎叶	3.50	1.01	56.27	50.26	5.58	0.55	0.02	-
番茄茎叶	4.31	0.79	52.05	34.70	9.86	0.93	0.09	-
辣椒茎叶	5.42	0.82	58.56	41.32	8.59	1.08	0.10	-
甘蔗梢叶	5.65-7.26	1.23-2.06	67.22-68.15	34.54-38.79	7.02-7.20	0.52	0.14	18.10-18.70
甜菜茎叶	17.30-18.14	1.04-2.10	26.75-29.90	9.52-21.50	17.55-20.10	0.97	0.17	-
木薯茎叶	17.70-27.90	5.07-6.87	14.30-33.40	14.10-28.10	6.20-8.00	0.69-1.18	0.41-1.02	-
香蕉茎叶	4.02-4.71	2.31-7.57	63.42-67.35	42.51-44.68	9.70-15.80	0.19-2.68	0.10-0.18	19.70-19.80
花生秧	11.17-14.55	2.07-2.60	40.16-49.17	30.73-40.80	11.06-14.14	1.25-1.82	0.13-0.34	7.82-9.03
地瓜秧	12.00-13.40	2.20-3.03	46.60-56.80	32.10-42.50	10.90-16.10	1.36-1.93	0.18-0.34	16.10-17.20
桑叶	18.26-24.75	3.90-5.06	47.44-50.55	17.45-19.64	12.27-13.09	2.16-2.45	0.24-0.25	17.80-18.00



种类	粗蛋白质	粗脂肪	中性洗涤纤维	酸性洗涤纤维	粗灰分	钙	磷	总能 ( MJ/kg )
辣木叶	27.60	8.65	21.37	-	9.77	-	0.01	-
饲用构树枝叶	16.50	3.84	43.50	27.40	11.10	1.83	0.67	17.50
柠条	12.19	3.88	52.27	40.37	9.05	2.13	0.12	-
糟渣类								
干番茄渣	16.13-18.01	11.62-13.83	52.82-58.74	43.14-46.05	4.25-5.30	0.21-0.34	0.47-0.48	-
干甘蔗渣	5.30-8.87	0.36-1.60	72.60-78.20	38.10-52.60	2.57-9.70	0.53	0.17	17.50-19.10
干木薯渣	5.04-11.20	0.16-2.34	38.10-63.40	21.40-41.30	2.35-5.30	-	0.13	9.94-15.90
干苹果渣	7.31-7.56	5.75-5.78	50.60-56.60	33.50-40.90	2.52-5.34	0.39-1.19	0.16-0.23	20.00-21.10
干豆渣	18.10	3.34	43.00	28.70	4.88	0.77	0.20	20.10
干啤酒糟	15.43-24.30	4.02-5.30	39.40-45.90	24.60-27.72	3.76-7.49	0.25-0.32	0.38-0.42	-
饼粕类								
棉籽粕	43.09	1.78	30.68	18.08	6.54	0.23	0.93	-
亚麻仁粕	34.80	1.80	21.60	14.40	6.60	0.42	0.95	-
花生仁粕	47.80	1.40	15.50	11.70	5.40	0.27	0.56	-
芝麻粕	51.43	3.32	35.43	18.82	6.85	0.47	1.51	-
菜籽粕	37.28	1.85	36.79	20.98	8.25	0.51	0.94	-
葵花籽仁粕	18.74	10.95	58.48	35.47	3.76	0.18	0.56	-
其他								
花生壳	5.08	0.90	73.25	59.31	4.22	0.80	0.05	16.11
稻壳粉	8.07	6.67	78.96	56.12	1.87	0.01	0.38	-
米糠	12.80	16.50	22.90	13.40	7.50	0.07	1.43	-

注：“-”代表尚未得到检测数据。

## （1）农作物秸秆及副产物

待处理的农作物秸秆应确保干燥，符合无霉变、无杂物等要求，保存在干燥通风、有防雨设施处。秸秆的存放可采取集中和分散存放相结合的方法，并保持通风，忌堆放，可立式码垛，垛两侧留有通风道，垛中留有通风孔。贮存期间应定期翻垛，注意防火、防雨、防潮。

针对作物秸秆、茎叶类副产物物理特性与营养特点，选择合适的提质增效技术措施，包括物理处理、化学处理、生物处理（例如秸秆微贮、茎叶类混贮）等。

配制饲料时，可充分利用原料间的组合效应提高饲料利用率。以油菜秸秆为例，油菜秸秆以 75% 的比例与象草组合可产生正组合效应，改善瘤胃发酵模式。在与玉米、豆粕以 3:3:4 比例进行组合时，发酵产物中的氨态氮浓度和 pH 值显著下降，而以 5.5:3:1.5 比例进行组合时，瘤胃发酵效率最高，能氮比最优。

## （2）食品工业副产物

**酒糟：**含有酒精成分，使用前先使用高温处理和晾晒等方法挥发酒精。建议尽量使用鲜酒糟，防止发酵和霉变，如短时间无法用完，应隔绝空气保存，也可以青贮或烘干、晾晒，贮存备用。

**渣类：**渣类饲料原料如甜菜渣、甘蔗渣、玉米淀粉渣、醋糟、酱油糟和豆腐渣等，渣类饲料使用时采用脱水、干燥、粉碎等工艺，在饲料中可部分替代豆粕使用。

**果渣类：**新鲜果渣水分含量高，存放时间短，易酸败变质，因此需要进行干燥以延长贮存时间。干燥方法包括晾晒、烘干等。果渣烘干后粉碎成果渣粉，加入饲料中可以部分替代豆粕。

新鲜糟渣类饲料原料含水量高，如不及时贮藏处理，就会导致腐败变质，合理选择贮藏技术可减少糟渣营养成分损失，提高利用效率，解决养殖场糟渣饲料全年均衡供给，节约用粮、降本增效。贮藏方法包括：单独贮藏，将新鲜的糟渣密封、压实，厌氧条件下贮藏。可在糟渣里添加尿素、氯化铵、乳酸菌等添加剂，起到杀菌、抑菌的作用，也有助于开窖后的二次发酵；混合贮藏，可将水分含量较高的糟渣与切碎的干稻草、玉米秸秆、玉米芯等水分含量较低的原料进行混合，然后压实、密闭保持，也可同时添加尿素、乳酸菌等添加剂。

## **2. 配套加工措施**

### **（1）原料预处理相关技术**

采用生物发酵或体外酶解等方式，处理杂粕和糟渣类副产物等低值原料，能够降解原料中的抗营养因子，增加有益微生物，产生部分有机酸和酶类，实现养分预消化，提高其在饲料中的添加比例和使用效率。

### **（2）制粒技术**

按需要制备颗粒精料补充料或全混合颗粒饲料。首先将需要粉碎的原料粉碎后与粉状原料分别进入配料仓，然后按

照配方电脑操控配料，混合均匀后进入制粒仓通过蒸汽调质制粒，制粒后因带有热汽，需要冷却后打包。

### （3）全混合日粮生产技术

全混合日粮（TMR）制作要点：①原料添加顺序。应遵循先长后短、先粗后细、先干后湿、先轻后重的原则。一般添加顺序是干草、青贮饲料、精料补充料、湿糟类原料、水等，严格按照日粮配方的重量进行添加。②搅拌时间。一般情况下，在加入原料后即开始搅拌，待最后一种饲料加入后再继续搅拌 3~8 min，一个工作循环总用时在 20~40 min，应避免过度搅拌。③混合均匀度。搅拌效果好的 TMR 精粗饲料混合均匀，有较多的精饲料原料或精料补充料附着在粗饲料表面，松散不分离，色泽均匀。④搅拌细度。根据肉牛不同生产阶段和营养需求，定期用宾州筛测定 TMR 的搅拌细度。例如，育肥期肉牛的日粮，要确保搅拌后日粮中长于 4cm 的粗饲料占全混合日粮的 15~20%。⑤水分含量。一般为 45~50%，偏湿或偏干的 TMR 均会限制采食，可用微波炉或烘箱进行水分含量测定。

裹包青贮需于饲喂当日配制 TMR 时与精补料现场拆分和配用后与粗饲料混合成 TMR 并于当天饲喂。

### （4）青贮饲料制备技术

青贮饲料的制作方法会因设备、原料特性以及饲料添加剂种类等因素的不同而存在差异，但是主要的制作步骤基本相同。

青贮饲料制作前的准备工作主要包括：①准备青贮设施，清理青贮设施内的杂物，对青贮设施进行清洗消毒，检查青贮设施的质量，如有损坏应及时修复。②检查各类青贮用机械设备，使其运行良好。青贮窖（池）排水设计应考虑到降雨和地下水的影响，建造时选择高地，地势平坦不易积水，窖底要保持平整以防止积水，或建造排水系统；制作青贮前需要检查排水系统是否完善。③准备青贮加工必需的材料。

青贮原料的水分应控制在 60~70% 之间；收割的青贮原料，应即时装填，保证装填紧实、厌氧。窖贮青贮制作前先在两侧窖壁铺上薄膜，青贮窖底部可铺填 10~15 cm 厚、切短的秸秆或软草，以便吸收青贮液汁。为使青贮料迅速达到厌氧状态以减少营养物质的损失，青贮原料应装填一层、推平一层、压实一层，每一层压实的厚度控制在 15~20 cm。压制时青贮堆坡度在 30~40 度，每一段应在 3 天内装压完毕、密封。装填压实后，应高于窖口 30 cm 左右，发酵完成后饲料下降的高度不应超过青贮窖深度的 10%。整窖从原料装填到全窖密封不应超过 7 天。封窖过程中遇雨应对青贮原料进行临时覆盖，随着青贮过程边压实边及时封顶，封窖时窖顶应呈屋脊型以利排水，最顶层用黑白膜覆盖后，再用轮胎等重物密集压实。青贮也可采用地上青贮、裹包青贮、袋装青贮等方式进行。

## （5）黄贮饲料制备技术

秸秆原料的黄贮制作与青贮制作方式类似，应注意的是，干秸秆物料的水分含量较低，在黄贮时必须将水分补充到乳酸菌发酵所需的标准，使原料的总水分含量达到50~60%。加水要遵循先少后多、边装填、边压实、边加水的原则。加水量要根据原料实际水分含量而定，当秸秆原料水分含量低于40%时，需要添加清洁的水，将饲料添加剂与调节原料水分所用水混合均匀后，在常温下放置1~2 h，对菌种进行活化，在原料粉碎或揉碎时将其均匀喷洒在原料上；当秸秆原料含水量居于40~50%时，不需要额外添加过多的水，将饲料添加剂与适量水混合均匀后，在常温下放置1~2 h，活化菌种形成菌液，原料粉碎或揉碎时将其均匀喷洒至原料上，用水量不宜过高。

### **（三）非蛋白氮饲用技术**

常用的非蛋白氮类饲料添加剂主要有尿素、磷酸脲等，可作为部分蛋白质饲料的替代物。

尿素喂量要适宜，尿素氮喂量一般是占成年反刍动物日粮总氮量的25~35%。按照《饲料添加剂安全使用规范》规定，尿素在肉牛全混合日粮中的推荐添加量为0~1.0%，最高限量为1.0%（干物质计），可替代20~30%的粗蛋白。

成年肉牛日粮组成要合理。应有必要量的易消化的碳水化合物；应含有适量的真蛋白，适宜水平为占日粮的9~12%；日粮应含有足量的矿物质，如钙、磷、硫、钠、锌、锰、硒、碘、钴等。

根据瘤胃微生物作用特性提高尿素利用率。先给成年肉牛喂以少量尿素，设立 2~4 周预饲期，最后稳定在最佳水平。此外，饲喂缓释尿素，可以降低尿素在瘤胃内降解速度，提高尿素的利用率。

## 二、实用案例分析

### (一) 非蛋白氮技术的应用

示例 1: 河北省试验。选择 60 头 18 月龄体重为  $397.2 \pm 19.5$  kg 的利木赞×复洲杂交 F1 公牛，进行了一项 14 周的饲粮尿素添加水平对生长育肥牛生长性能影响的试验。饲料配方和营养成分如表 6。结果显示(表 7)，对于 18 月龄体重 400 kg 左右的利木赞×复洲杂交 F1 生长肥育公牛，饲粮中尿素添加水平在 0.8% 以内，或尿素氮占总氮比例在 16% 以下，是适宜的安全添加水平，可以获得较高的生长性能。而以往经验推荐值的尿素氮占肉牛饲粮总氮比例 25~30%，比例过高。建议在粗饲料质量差、以低能量高蛋白副产品为主的饲粮结构情况下，采用略低的尿素添加水平，对于降低瘤胃氨中毒的发生以及提高尿素等非蛋白氮饲料添加剂的利用效率较为实际。

表 6 饲粮组成及营养水平 (干物质基础, %)

项目	尿素添加水平					
	0	0.4%DM	0.8%DM	1.2%DM	1.6%DM	2.0%DM
原料组成						
青贮玉米	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
啤酒糟	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
玉米	30.2	33.5	36.6	27.1	15.1	3.1
棉籽饼	7.8	4.0	0.5	-	-	-
玉米淀粉	-	-	-	9.5	21.0	32.5
尿素	-	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0
石粉	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6
磷酸氢钙	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
碳酸氢钠	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
氯化钠	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
添加剂预混合饲料	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
营养成分含量						
代谢能 ME(MJ/kg DM)	11.30	11.30	11.34	11.38	11.42	11.46
粗蛋白质 CP	14.01	13.96	14.00	14.03	14.02	14.01
中性洗涤纤维 NDF	55.03	57.42	54.24	51.42	55.53	50.04
酸性洗涤纤维 ADF	21.41	18.00	17.81	17.25	21.41	19.00
钙 Ca	0.56	0.57	0.55	0.57	0.58	0.59
磷 P	0.33	0.33	0.33	0.31	0.31	0.30

表 7 肉牛的生长性能表现

项目	尿素添加水平						SEM	P值	
	0	0.4% DM	0.8% DM	1.2% DM	1.6% DM	2.0% DM		L	Q
肉牛头数	9	10	10	9	10	10	-	-	-
平均日增重 ADG (kg)	1.29	1.38	1.33	1.19	1.19	1.15	0.06	0.006	0.345
干物质采食量 DMI(kg/d)	8.18	8.38	8.44	8.25	8.22	8.18	0.12	0.485	0.143
饲料转化效率 (DMI/ADG)	6.34	6.07	6.35	6.93	6.91	7.11	0.37	0.032	0.920



示例 2: 江西省试验, 采用缓释尿素替代豆粕。以健康、体重相近 ( $315\pm 5$ ) kg、7 月龄左右生长期西门塔尔杂交公牛作为试验动物, 比较缓释尿素替代豆粕的效果。原日粮配方的蛋白原料为豆粕, 添加量为 11.12%, 按照等能等氮原则, 用缓释尿素替代原日粮配方中 75% 的豆粕配制缓释尿素替代组的日粮配方, 缓释尿素的添加比例为日粮的 1.41%。用缓释尿素替代部分豆粕之后, 肉牛的平均日采食量与替代之前接近, 肉牛平均日增重提高了 42.79 g, 料重比降低了 0.58; 干物质消化率和有机物消化率分别提高了 2.53% 和 2.41%, 粗脂肪消化率降低了 12.88%, CP 消化率、中性洗涤纤维消化率和酸性洗涤纤维消化率与替代之前相差不大。

## (二) 氨基酸平衡技术的应用

示例 1: 甘肃省试验。选取 72 头体重 200 kg 左右的犊牛, 分为 4 组, 每组 18 头。以准确的常规营养成分需要设定为基础, 配合赖氨酸、蛋氨酸、苏氨酸等限制性氨基酸的数量需要和比例优化调整配方 (表 8)。添加过瘤胃氨基酸产品, 将 5~6 月龄西门塔尔青年牛饲料中赖氨酸、蛋氨酸、苏氨酸含量分别由 0.79%、0.25%、0.6% 增加到 1.21%、0.36%、0.66% (赖氨酸:蛋氨酸:苏氨酸比例为 100:31:57), 并将饲料 CP 水平降低 3 个百分点 (CP16.3% 降低至 13.3%), 减少 9.6% 的豆粕使用量; 将 7-8 月龄肉牛饲料中, 赖氨酸、蛋氨酸、苏氨酸含量分别由 0.79%、0.25%、0.6% 增加至 0.97%、0.31%、0.55% (赖氨酸:蛋氨酸:苏氨酸比例为 100:32:57), 并将饲料

CP 水平降低 3.3 个百分点 (CP16.3%降低至 13%)，可减少 9.6%的豆粕使用量。在降低饲料蛋白水平并使用过瘤胃氨基酸产品后，肉牛的生产性能、体尺指标及粪便成型等未受到影响。配制饲料时，玉米、豆粕、苜蓿等原料按照国家、行业相关标准选择，过瘤胃氨基酸产品按照相关行业或企业标准选择，注意所有原料的新鲜、卫生及适宜的粒度。

表 8 饲料组成及营养水平 (干物质基础, %)

项目	对照饲料	低蛋白饲料 1 (5~6 月龄)	低蛋白饲料 2 (7~8 月龄)
<b>原料组成</b>			
苜蓿	20.00	20.00	20.00
玉米	42.72	49.74	50.70
麸皮	16.00	16.00	16.00
豆粕	18.40	8.80	8.80
石粉	1.04	1.12	1.12
氯化钠	0.40	0.40	0.40
碳酸氢钠	0.40	0.40	0.40
添加剂预混合饲料	1.04	1.04	1.04
过瘤胃赖氨酸	-	1.68	1.08
过瘤胃蛋氨酸	-	0.32	0.22
过瘤胃苏氨酸	-	0.50	0.24
<b>合计</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>营养水平</b>			
粗蛋白质 CP	16.30	13.30	13.00
粗脂肪 EE	3.10	3.10	3.20
中性洗涤纤维 NDF	31.00	30.30	30.50
酸性洗涤纤维 ADF	16.20	15.40	15.50
钙 Ca	0.80	0.80	0.80
磷 P	0.47	0.43	0.43
赖氨酸 Lys	0.79	1.21	0.97
蛋氨酸 Met	0.25	0.36	0.31
苏氨酸 Thr	0.60	0.66	0.55

示例 2: 选取 60 头体重 (408.3±51.2) kg 的安格斯×西门塔尔杂交的 15 个月青年母牛, 分为 4 组, 每组 15 头, 一组饲喂常规饲料, 其余在常规饲料的基础上添加过瘤胃蛋氨酸, 其浓度为 0.125%、0.25%和 0.5%, 进行为期 24 周的饲喂。干物质基础下的饲料配方组成为: 30%全株玉米青贮、20%小麦壳粉、28%玉米、10.5%棉籽粕、10%玉米胚芽粕、0.2%添加剂预混合饲料、0.5%氯化钠、0.2%氧化镁、0.6%石粉; 基础饲料的营养水平为: 13.25%粗蛋白、2.59 Mcal/kg 代谢能、1.09 Mcal/kg 增重净能、43.62%中性洗涤纤维、0.38%钙、0.32%磷、0.55%赖氨酸、0.2%蛋氨酸。结果显示 (表 9), 虽然添加 0.125%, 0.25%和 0.5%的过瘤胃蛋氨酸后肉牛的干物质采食量并未增加, 但日增重都有所提高, 从而改善了青年母牛的饲料转化率。

表 9 饲料添加过瘤胃蛋氨酸的青年母牛生产性能

项目	过瘤胃蛋氨酸添加水平				SEM	P值	
	0	0.125%DM	0.25%DM	0.5%DM		L	Q
干物质采食量 DMI(kg/d)	9.21	9.22	9.53	9.16	0.67	0.70	0.47
平均日增重 ADG (kg/d)	0.85	1.01	1.06	0.99	0.14	0.16	0.06
饲料转化率 F/G	11.32	9.43	9.05	10.05	0.14	0.17	0.07

### (三) 杂粮杂粕型多元化饲料技术的应用

以不影响肉牛生长性能和牛肉品质为前提, 精准把握饲料原料的有效能和消化率, 以及每个生产阶段的能量和蛋白质需要量, 根据饲料原料的市场供应和性价比, 参考《肉牛营养需要量》或《肉牛营养需要量和饲料成分表指南》, 决

定所选择的技术方案。杂粕（饼）类包括棉籽粕（饼）、菜籽粕（饼）、亚麻籽粕（饼）、葵花粕（饼）、大豆皮等可替代较大比例的豆粕。

示例 1：山西省试验。对体重 400 kg 的肉牛进行了为期 6 个月的育肥。在不降低饲粮 CP 水平的同时，利用大豆皮替代肥育牛精料补充料中的部分玉米和豆粕（表 10）。即利用 18.1% 的大豆皮和 0.7% 棉粕替代 16.7% 的玉米和 2.1% 豆粕，结果显示（表 11），日增重提高 8.94%（1.23 kg/d 至 1.34 kg/d），料重比降低了 6.69%。

表 10 调整前后精料补充料配方表（%）

指标	原精料补充料配方	精料补充料配方调整后	差值
玉米	64.30	47.60	- 16.70
豆粕	13.00	10.90	- 2.10
棉粕	10.00	10.70	+0.70
大豆皮	5.70	23.80	+18.10
氯化钠	1.00	1.00	0.00
碳酸氢钠	1.00	1.00	0.00
添加剂预混合饲料	5.00	5.00	0.00
合计	100.00	100.00	0.00
成本（元/kg）	2.63	2.49	- 0.14

表 11 配方调整前后 400 kg 肥育牛生产性能结果

项目	精料补充料 配方调整前	配方调整后	差值	标准误 SEM	P 值
初始体重	378.38	381.00	+2.62	9.170	0.994
期末体重	435.00	442.50	+7.50	10.300	0.945
干物质采食量 (kg/d)	9.30	9.36	0.06	0.023	0.120
平均日增重/ (kg/d)	1.23	1.34	+0.11	0.083	0.377
饲料转化率 F/G	7.92	7.39	- 0.53	0.462	0.420
饲料成本 (元/头·天)	16.92	16.36	- 0.56	-	-
增重收益 (元/头·天)	39.36	42.88	+3.52	-	-
养殖收益 (元/头·天)	22.44	26.52	+4.08	-	-

示例 2: 为期 12 周的棕榈仁粕肉牛饲喂试验。选择平均体重为 387 kg 的 45 头西门塔尔×本地黄牛一代杂交公牛, 分为 3 组, 每组 15 头, 日粮组成和营养成分 (表 12)。育肥结果显示 (表 13), 在棕榈仁粕占肥育牛精料补充料 20~40% 水平下, 对肉牛平均日增重、干物质采食量和饲料转化效率不会带来负面影响, 棕榈仁粕在肉牛育肥日粮中的添加水平可以占精料补充料 40% 的水平, 可以作为一种肉牛育肥饲养的替代性饲料原料。

表 12 日粮组成和营养成分

项目	棕榈仁粕在精料补充料中比例		
	0	20%DM	40%DM
日粮组成 (%DM)			
玉米	30.0	21.0	12.0
豆粕	6.0	3.0	0
棕榈仁粕	-	12.0	24.0
棉籽粕	5.3	6.5	8.0
啤酒糟	15.9	14.9	13.6
玉米青贮	40.0	40.0	40.0
石粉	0.3	0.4	0.5
磷酸氢钠	0.6	0.3	-
碳酸氢钠	0.5	0.5	0.5
氯化钠	0.4	0.4	0.4
微量元素预混合饲料	1.0	1.0	1.0
营养成分			
代谢能 ME (MJ/kg)	10.4	10.1	9.8
粗蛋白质 CP (%DM)	12.7	12.6	12.7
粗脂肪 EE (%DM)	3.87	4.7	5.52
中性洗涤纤维 NDF (%DM)	38.9	45.3	51.6
酸性洗涤纤维 ADF (%DM)	28.2	32.1	36.0
钙 (%DM)	0.62	0.62	0.61
磷 (%DM)	0.49	0.49	0.49

表 13 饲喂不同水平棕榈仁粕的肉牛生长性能

项目	棕榈粕仁在精料补充料中比例 (%, DM)			SEM	P值
	0	20	40		
干物质采食量 DMI (kg/d)	8.784	8.783	8.818	0.069	0.92
日增重 ADG (kg/d)	1.225	1.253	1.341	0.060	0.32
饲料转化率 F/G	0.139	0.143	0.152	0.006	0.34

示例 3: 河南省试验。为期 90 天断奶公犊牛饲喂试验。选择 48 头平均体重为 79.5 kg 左右的 2 月龄夏杂牛, 分为 4 组, 每组 12 头, 对照组饲喂无杂粕的全混合日粮, 试验组分别饲喂含 5%棕榈仁粕的全混合日粮 (表 14)。结果发现, 棕榈仁粕饲粮可以在维持干物质采食量的同时提高日增重 (1.28 vs 1.11 kg/d, 差异显著), 促进夏杂公犊牛的生长。

在断奶犊牛日粮中，利用 5%棕榈仁粕搭配苜蓿干草、玉米、DDGS、麸皮，可使日粮豆粕使用量从 11.04%分别降低至 9.20%，降低饲料中 16.7%的豆粕使用量。

表 14 犊牛全混合日粮组成及营养水平（%干物质基础）

项目	对照饲料	含 5%棕榈仁粕饲料
<b>原料组成</b>		
苜蓿	20.00	20.00
玉米	48.76	49.15
干酒糟及其可溶物 DDGS	2.25	10.00
麸皮	15.00	3.70
豆粕	11.04	9.20
糖蜜	0.00	0.00
棕榈仁粕	0.00	5.00
细石粉	0.85	0.85
磷酸氢钙	0.60	0.60
氯化钠	0.50	0.50
添加剂预混合饲料 <sup>1</sup>	1.00	1.00
合计	100.00	100.00
<b>营养水平</b>		
干物质 DM	94.78	94.80
粗蛋白质 CP	16.61	16.87
粗脂肪 EE	3.45	3.79
粗灰分 Ash	6.03	6.24
中性洗涤纤维 NDF	56.58	58.21
酸性洗涤纤维 ADF	14.27	16.31
钙 Ca	1.05	1.21
总磷 TP	0.49	0.43
代谢能 <sup>2</sup> ME/(MJ/kg)	2.59	2.55
<b>犊牛生长性能</b>		
初重/kg	94.5	95.9
末重/kg	189.3	205.0
平均日增重 ADG/(kg/d)	1.11	1.28
干物质采食量 DMI/(kg/d)	4.50	4.74
饲料转化率 F/G	4.04	3.70

注:1 添加剂预混饲料为每千克精料补充料提供: VA 15 000 IU, VD 5 000 IU, VE 50 mg, Fe 90 mg, Cu 12.5 mg, Mn 60 mg, Zn 100 mg, Se 0.3 mg, I 1.0 mg, Co 0.5 mg。2 代谢能为计算值, 其余营养成分为实测值。甲烷能=8%总能, 代谢能=总能-粪能-尿能-甲烷能。

#### （四）增加优质饲草，减少豆粕饲喂量技术的应用

将肉牛饲养中的“低质饲草+高精料”模式向“优质饲草+低精料”模式转变。可选用优质青贮饲料，根据肉牛营养需要，利用日粮平衡理论与技术，合理设计饲粮，整体降低精料补充料及豆粕比例，健康高效养殖，提高生产效率。

示例 1：青海省试验。利用当地栽培的高品质饲草（燕麦、豌豆）生产混合青贮，减少豆粕使用量，进行了 540 头西门塔尔公牛的育肥。通过燕麦和豌豆等饲草制作混合青贮并用于西门塔尔公牛育肥。育肥将饲喂 40%全株玉米青贮、47.43%玉米、7.86%豆粕、3.03%菜籽粕、1.64%添加剂预混合饲料的饲粮，调整为饲喂 40%燕麦豌豆混合青贮、52.78%玉米、1.36%豆粕、4.23%菜籽粕、1.64%添加剂预混合饲料的饲粮，精料补充料饲喂量约 4.3 kg/头/天。在肉牛育肥期间将饲喂量为 9.3kg/头/天的全株玉米青贮或秸秆等量替换为燕麦豌豆混合青贮，即在饲粮干物质比例上，以 40%燕麦豌豆混播青贮替代 40%玉米青贮或 40%秸秆，可以分别降低 6.5、7.36 个百分点的豆粕使用量（表 15）。燕麦豌豆混播青贮饲料在维持或提高西门塔尔牛生长性能前提下，豆粕使用量从 200~230kg/头/年降低 153 kg/头/年。



表 15 日粮组成及养分含量

项目	40%全株玉米青贮组	40%燕麦豌豆青贮组	40%秸秆组
日粮组成, % DM			
玉米青贮	40.05	-	-
混合青贮 (燕麦: 豌豆)	-	40.00	-
秸秆	-	-	40.02
豆粕	7.86	1.36	8.72
菜粕	3.03	4.23	7.60
玉米	47.43	52.78	42.02
添加剂预混合饲料	1.64	1.64	1.64
化学成分			
干物质 DM, %	43.90	47.00	82.80
粗蛋白质 CP, %DM	11.75	11.65	11.75
粗灰分 Ash, %DM	4.56	3.68	4.68
中性洗涤纤维 NDF, %DM	26.87	26.60	36.90
酸性洗涤纤维 ADF, %DM	13.52	14.95	18.31
粗脂肪 EE, %DM	3.94	3.40	3.14
淀粉 Starch, %DM	36.87	29.23	42.24
维持净能 NEm, Mcal/kg	1.65	1.60	1.58
增重净能 NEg, Mcal/kg	1.08	1.02	0.95

示例 2: 利用优质饲草替代精饲料试验。利用优质饲草 (玉米青贮、苜蓿青贮、燕麦青贮和苜蓿干草) 替代精饲料, 分三阶段育肥 80 头西门塔尔公牛。饲粮中通过增加苜蓿青贮、燕麦青贮 (表 16), 育肥前期 (0~60 d) 精饲料用量减少了 14.3%, 豆粕减少了 3%, 中期 (61~120 d) 精饲料用量减少了 28.6%, 豆粕减少了 4.4%, 末期 (121~180 d) 精饲料用量减少了 25.9%, 豆粕减少了 5.3%。优质饲草青贮组合型模式在育肥前期日增重提高 20%, 整个育肥期日增重提高 8.6%; 平均料重比降低 23.7%, 可改善机体代谢, 并显著提高生产性能和饲料转化效率; 在饲喂期间, 对育肥肉牛机体抗氧化功能具有提高效应, 且没有出现换料应激现象。

表 16 饲料组成及营养水平 (%干物质基础)

项目	育肥前期 (0-60d)		育肥中期 (61-120d)		育肥末期 (121-180d)	
	对照饲料	调整后饲料	对照饲料	调整后饲料	对照饲料	调整后饲料
玉米青贮	38.5	27.2	31.8	30.1	23.9	30.0
燕麦青贮	-	15.0	-	18.0	-	10.0
苜蓿干草	8.0	-	4.8	-	3.6	-
苜蓿青贮	-	10.0	-	12.0	-	11.3
小麦秸秆	10.0	10.0	-	5.0	-	2.0
玉米	20.0	20.0	40.1	23.4	45.9	38.2
麸皮	8.0	8.0	6.4	3.0	7.3	1.1
豆粕	3.0	-	6.4	2.0	7.3	2.0
棉籽粕	3.2	1.0	-	-	-	-
亚麻仁饼	4.3	5.0	6.3	3.1	7.3	2.0
添加剂预混合饲料	4.0	3.8	4.2	3.4	4.7	3.4
合计	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

### 三、注意事项

1.使用主要原料需以批为单位进行营养成分检测，并依据检测结果优化饲料配方。

2.换料设置过渡期，及时观察并适时调整。饲喂新料后，要仔细观察动物的反应和生产性能变化。杂粕和农副产品加工副产物由于气味、颜色和存在抗营养因子，改变了适口性，生产中应该根据具体原料调整。注意观察适口性和饲喂效果，并确定是否采取相应措施。

3.在使用营养需要量数据时，需要对肉牛的生产阶段或体重进行基本估测，并以此确定营养需要量；在使用饲料营养成分数据库时，应先确定干物质的含量，并在此基础上推导出营养素的含量。

## 肉羊低豆粕饲粮配制及饲养技术要点

作为反刍动物，肉羊特有的复胃结构决定其具有可利用包括杂粕、秸秆等非粮饲料等饲料资源的功能。本要点通过基于精准的营养需要量计算，合理的饲粮精粗比搭配，结合氨基酸平衡技术、杂粮杂粕以及非蛋白氮等非常规饲料资源替代豆粕，有利于在现代养殖模式下充分发挥多种饲料资源的营养价值，同时保证肉羊育肥效率，实现节本增效。

### 一、技术要点

#### （一）羊源的选择和分群

依照生理阶段和用途将羊群划为哺乳羔羊、生长育肥羊、妊娠母羊、泌乳母羊、种用公羊；应按照性别、年龄、体重、体况等分群饲养，单独配制饲粮。

#### （二）确定营养需要量参数

在制定肉羊饲粮配方时，应确定不同体重或生理阶段羊只的干物质、能量、蛋白质、中性洗涤纤维、矿物质、维生素等需要量，为精准营养供给提供依据。在确定羊只的生理阶段后，根据肉羊体重和日增重目标，查阅《肉羊营养需要量》（NY/T 816），确定每天肉羊营养需要量的推荐值。如：体重为 6 kg 的公羊，日增重目标为 200 g，需要每天摄入 0.19 kg 的干物质、1.7 g 的钙和 1.0 g 的磷、2.3 MJ 的代谢能和

31 g 的代谢蛋白质（见表 1）。

表 1 绵羊羔羊哺乳期营养需要量

体重 (BW) kg	日增重 (ADG) g/d	干物质采 食量 (DMI) kg/d	代谢能 (ME) MJ/d	净能 (NE) MJ/d	粗蛋白 质(CP) g/d	代谢蛋白 质(MP) g/d	净蛋白质 (NP) g/d	钙 (Ca) g/d	磷 (P) g/d
6	100	0.16	2.0	0.8	33	26	20	1.5	0.8
	<b>200</b>	<b>0.19</b>	<b>2.3</b>	<b>1.0</b>	<b>38</b>	<b>31</b>	<b>23</b>	<b>1.7</b>	<b>1.0</b>
8	100	0.27	3.2	1.4	54	43	32	2.4	1.3
	200	0.32	3.8	1.6	64	51	38	2.9	1.6
	300	0.35	4.2	1.8	71	56	42	3.2	1.8
10	100	0.39	4.7	2.0	79	63	47	3.5	2.0
	200	0.46	5.5	2.3	92	74	55	4.2	2.3
	300	0.51	6.2	2.6	103	82	62	4.6	2.6

如：体重为 25 kg 的公羊，日增重目标为 300 g，需要每天摄入 1.03 kg 的干物质、310 g 的中性洗涤纤维、9.3 g 的钙和 5.2 g 的磷、11.9 MJ 的代谢能和 83 g 的代谢蛋白质（见表 2）。

表 2 绵羊公羊育肥期营养需要量

体 重 kg	日增 重 g/d	干物质采 食量 kg/d	代谢 能 MJ/d	净能 MJ/d	粗蛋 白质 g/d	代谢蛋 白质 g/d	净蛋 白质 g/d	中性洗涤 纤维 kg/d	钙 g/d	磷 g/d
20	100	0.71	5.6	3.3	99	43	29	0.21	6.4	3.6
	200	0.85	8.1	4.4	119	61	41	0.26	7.7	4.3
	300	0.95	10.5	5.5	133	79	53	0.29	8.6	4.8
	350	1.06	11.7	6.0	148	88	60	0.32	9.5	5.3
25	100	0.80	6.5	3.8	112	47	31	0.24	7.2	4.0
	200	0.94	9.2	5.0	132	65	44	0.28	8.5	4.7
	<b>300</b>	<b>1.03</b>	<b>11.9</b>	<b>6.2</b>	<b>144</b>	<b>83</b>	<b>56</b>	<b>0.31</b>	<b>9.3</b>	<b>5.2</b>
	350	1.17	13.3	6.9	164	92	62	0.35	10.5	5.9
30	100	1.02	7.4	4.3	143	51	34	0.31	9.2	5.1
	200	1.21	10.3	5.6	169	69	46	0.36	10.9	6.1
	300	1.29	13.3	7.0	181	87	59	0.39	11.6	6.5
	350	1.48	14.7	7.6	207	96	65	0.44	13.3	7.4

如：体重为 80 kg 的怀双羔的母羊，妊娠前期需要每天摄入 2.00 kg 的干物质、18.0 g 的钙和 12.0 g 的磷、16.0 MJ 的代谢能和 182 g 的代谢蛋白质（见表 3）。

表 3 绵羊妊娠期营养需要量

妊娠阶段	体重 ( BW ) kg	干物质采食量 ( DMI ) kg/d			代谢能 ( ME ) MJ/d			粗蛋白质 ( CP ) g/d			代谢蛋白质 ( MP ) g/d			钙 ( Ca ) g/d			磷 ( P ) g/d		
		单羔	双羔	三羔	单羔	双羔	三羔	单羔	双羔	三羔	单羔	双羔	三羔	单羔	双羔	三羔	单羔	双羔	三羔
前期	40	1.16	1.31	1.46	9.3	10.5	11.7	151	170	190	106	119	133	10.4	11.8	13.1	7.0	7.9	8.8
	50	1.31	1.51	1.65	10.5	12.1	13.2	170	196	215	119	137	150	11.8	13.6	14.9	7.9	9.1	9.9
	60	1.46	1.69	1.82	11.7	13.5	14.6	190	220	237	133	154	166	13.1	15.2	16.4	8.8	10.1	10.9
	70	1.61	1.84	2.00	12.9	14.7	16.0	209	239	260	147	167	182	14.5	16.6	18.0	9.7	11.0	12.0
	<b>80</b>	1.75	<b>2.00</b>	2.17	14.0	<b>16.0</b>	17.4	228	<b>260</b>	298	159	<b>182</b>	197	15.8	<b>18.0</b>	19.5	10.5	<b>12.0</b>	13.0
	90	1.91	2.18	2.37	15.3	17.4	19.0	248	283	308	174	198	216	17.2	19.6	21.3	11.5	13.1	14.2
后期	40	1.45	1.82	2.11	11.6	14.6	16.9	189	237	274	132	166	192	13.1	16.4	19.0	8.7	10.9	12.7
	50	1.63	2.06	2.36	13.0	16.5	18.9	212	268	307	148	187	215	14.7	18.5	21.2	9.8	12.4	14.2
	60	1.80	2.29	2.59	14.4	18.3	20.7	234	298	337	164	208	236	16.2	20.6	23.3	10.8	13.7	15.5
	70	1.98	2.49	2.83	15.8	19.9	22.6	257	324	368	180	227	258	17.8	22.4	25.5	11.9	14.9	17.0
	80	2.15	2.68	3.05	17.2	21.4	24.4	280	348	397	196	244	278	19.4	24.1	27.5	12.9	16.1	18.3
	90	2.34	2.92	3.32	18.7	23.4	26.6	304	380	432	213	266	302	21.1	26.3	29.9	14.0	17.5	19.9

注：妊娠第 1~90 d 为前期、第 91~150 d 为后期。

### **（三）确定饲料氨基酸的比例**

氨基酸平衡模式下的低蛋白饲料已在猪禽养殖中得到广泛的应用，反刍动物由于特殊的消化道结构，需要对氨基酸进行包被处理，避免被瘤胃微生物分解。在饲料蛋白质水平降低 1~4% 的情况下，通过合理补充过瘤胃赖氨酸、蛋氨酸、苏氨酸、精氨酸，可保证肉羊生产性能不受影响，随着过瘤胃氨基酸生产工艺的进步，使用过瘤胃氨基酸的成本有望低于豆粕，从而在节省蛋白质饲料资源的同时，降低养殖成本。对于 60~120 日龄的育肥羔羊，过瘤胃赖氨酸、蛋氨酸、苏氨酸、精氨酸的适宜添加比例为 100:(37~41):(39~45):12。

### **（四）非蛋白氮类饲料添加剂的使用**

非蛋白氮（NPN）是指非蛋白质的含氮物质的总称，包括尿素、磷酸脲等，可被反刍动物瘤胃微生物利用合成蛋白质，能够部分替代饲料中的豆粕。非蛋白氮类饲料添加剂的添加量应符合《饲料添加剂安全使用规范》（农业部公告第 2625 号）的规定，如尿素在肉羊全混合日粮中的最高限量应低于 1%，磷酸脲在肉羊全混合日粮中的最高限量应低于 1.8%。

### **（五）配制全混合日粮（TMR）**

全混合日粮（TMR）配制时，可采用配方软件或 Excel 等软件计算配方中各种原料的适宜比例和总营养成分，以满足该阶段肉用绵羊营养需要量。

## 1.TMR 配制的基本原则

应选当地常用、营养丰富、价格合理的饲料原料，注重牧草、农作物以及农副产品副产物等多元化饲料资源的合理搭配使用，在不影响羊只健康和生产性能的前提下获得最佳经济效益。粗饲料包括青干草、青绿饲料、农作物秸秆、青贮饲料等，一般情况下应不少于饲粮干物质总量的 30%。精料补充料包括能量饲料、蛋白质饲料、饲料添加剂以及部分糟渣类饲料原料，含有较高的能量、蛋白质和较少的纤维素，它供给肉羊大部分的能量、蛋白质需要。一般情况下应低于饲粮干物质总量的 70%。

## 2.TMR 配方计算过程

由于饲料原料水分含量差异很大，因此在设计饲粮配方时，通常以干物质基础（DM）进行。首先确定粗饲料的种类，确定其代谢能等营养成分含量；然后确定各类饲料原料的大致比例，计算出粗饲料提供的营养成分含量，该值与需要量之间的差值即为精料补充料的营养成分目标值；最后计算出精料补充料配方。

棉籽粕、菜籽粕、花生粕等饲料原料在羔羊上可替代饲粮配方中豆粕用量的 20~30%；育肥前期可替代饲粮配方中豆粕的 30~50%；育肥后期可替代饲粮配方中豆粕的 80~100%；成年母羊可替代饲粮配方中豆粕的 30~40%以上；泌乳母羊可替代饲粮配方豆粕的 50~60%。

棕榈粕、甜菜粕、葵花籽仁粕、小麦粉浆粉、味精渣、



核苷酸渣、赖氨酸渣等非常规或地源性原料在羔羊上中可替代饲粮配方中豆粕的 20%以内；育肥前期可替代饲粮配方中豆粕的 30~40%；育肥后期可替代饲粮配方中豆粕的 40~60%；母羊可替代饲粮配方中豆粕的 30~40%。

通过饲料原料多元化应用，在羔羊上可替代饲粮配方中豆粕的 40~50%；育肥前期可替代饲粮配方中豆粕的 60~90%，育肥后期可替代饲粮配方中全部的豆粕；成年母羊可替代饲粮配方中豆粕的 60~80%；泌乳母羊可替代饲粮配方中豆粕的 50~60%。

### **3.TMR 的加工机械**

主体设备是 TMR 搅拌机，把切短的粗饲料、精料补充料（或玉米、豆粕等原料）以及矿物质等饲料添加剂按配方充分混合。混合前应确保饲料原料用量准确，尤其是对一些微量成分的准确称量，并进行逐级预混合。此外，TMR 加工的附属设备还有揉碎机、铡草机、粉碎机、制粒机、压块机、膨化机等。

### **4.TMR 的加工过程**

如果选择立式 TMR 搅拌机进行混合制作，要按照“先干后湿，先轻后重，先粗后精”的顺序依次将干草、青贮、农副产品和精料补充料等原料投入设备中；如果选择卧式 TMR 搅拌机进行混合制作，原料填装顺序依次是精料补充料、干草、青贮、糟渣类。混合时间根据混合均匀性确定。通常情况下，在完成剩余原料添加之后，将混合物搅拌 5~8 分钟。

如果有长草，可以在放进去之前预先切好。搅拌时间过长、过细、有效纤维不足会降低瘤胃酸碱度，引起营养代谢疾病。

## 5.TMR 的饲喂

每天饲喂肉羊时，保持剩料量为总喂料量的 3~5%，并在肉羊采食过程中及时推料；定期采集 **TMR** 样品，检测营养成分是否达到配方要求。

## 6.其他注意事项

①饲料种类多样化，精粗配比适宜，使用饲草时应有两种或以上，保证营养全面且改善饲粮的适口性和保持羊只的食欲，从而确保足够的采食量；②青贮、糟渣等酸性饲料原料与碱化或氨化秸秆等碱性饲料原料搭配使用有利于改善适口性和提高消化率；③饲粮体积应适中。如体积过大将导致肉羊无法正常摄入所需的营养物质；如体积过小将导致瘤胃不够充盈，即使营养得到满足，肉羊仍然会有饥饿感，而导致过度采食。

## （六）饲养管理

采用定人、定时和定量的饲喂制度；提供自由饮水，水质清洁，饮水设备应定期清洗和消毒；定期对羊舍进行卫生清扫和消毒，保持圈舍干燥、卫生；应经常观察羊群健康状况，发现异常及时隔离观察。

### 1.哺乳羔羊人工辅助哺乳与早期补饲

对新生弱羔和双羔以上的羔羊或在母羊哺育力差时，可采用保姆羊饲喂或人工饲喂羔羊代乳产品。羔羊出生 1 个月

内以母乳或羔羊代乳产品为主，2周龄时在母羊舍内设置补饲栏，让羔羊随时采食营养丰富的固体饲料。羔羊可在3周龄左右断母乳，饲喂羔羊开食料、精料补充料及干草等，固体饲料采食量达到200~300 g且能够满足营养需要时，停止饲喂羔羊代乳产品。断奶期间应避免场地、饲养员、饲养环境条件等改变引起的应激反应。

## **2.断奶后羔羊育肥**

育肥前应驱虫；育肥过程中做好体重和饲料消耗记录；6月龄左右，山羊羔羊达到20~25 kg，绵羊羔羊达到40~50 kg左右，可根据实际情况出栏。

## **3.成年羊育肥**

健康无病的淘汰公、母羊，按性别、体况等组群，进行免疫和驱虫；按照育肥羊营养需要配制饲粮，充分利用各种农副产品，育肥2~3个月后可出栏。

## **4.妊娠母羊**

妊娠前期（前3个月）胎儿生长较慢，母羊对营养的要求与空怀期相似，但应补饲一定的优质蛋白质饲料。管理措施应以保胎为核心，避免吃霜草和霉烂饲料，避免惊群和剧烈运动等；妊娠后期（后2个月）胎儿生长较快，对营养物质的需求量较高，应根据妊娠后期的营养需求配制饲粮；围产期减少或停止饲喂青贮饲料，在母羊预产期临近时，减少或停止饲喂精料补充料。

## **5.泌乳母羊**

泌乳前期应以母羊有充足的母乳供给羔羊为饲养管理目标。产多羔的以及泌乳高峰时期，应加强营养，增加精料补充料的饲喂量，提供足够的青贮饲料、青绿饲料或优质青干草；泌乳后期母羊泌乳性能下降，应逐渐减少精料补充料的饲喂，但对体况下降明显的瘦弱母羊，需补饲一定数量的优质干草和青贮饲料。

## 二、实用案例

### (一) 非蛋白氮技术的应用

示例 1: 尿素在育肥肉羊全混合日粮中添加比例不超过 1.0% 时，对肉羊生长性能和肉品质不产生明显的影响，为有效安全水平。如 1.0% 尿素精料补充料（饲粮精粗比为 50:50，即尿素在育肥肉羊全混合日粮中的添加水平为 0.5%）的配方见表 4。

表 4 尿素部分替代豆粕的试验饲粮精料补充料组成  
(干物质基础, %)

项目	对照饲粮	含 1.0%尿素的精料补充料
玉米	47.5	54.2
麸皮	10.0	10.0
豆粕	38.5	30.8
磷酸氢钙	0.5	0.5
石粉	1.5	1.5
添加剂预混合饲料	1.0	1.0
氯化钠	1.0	1.0
尿素	-	1.0
合计	100.0	100.0

示例 2: 磷酸脲在育肥肉羊精料补充料的添加达到 2% 时

（饲粮精粗比为 50:50，即磷酸脲在育肥肉羊全混合日粮中的添加水平为 1.0%），日增重达到 240 g/d，屠宰率达到 49.0%，均优于对照组（豆粕为唯一蛋白质饲料），配方见表 5。

表 5 磷酸脲部分替代豆粕的试验饲粮精料补充料组成  
（干物质基础，%）

项目	对照饲粮	含 2.0%磷酸脲的精料补充料
玉米	44.0	49.5
麸皮	8.0	6.0
豆粕	25.0	19.5
磷酸氢钙	19.5	19.5
石粉	1.5	1.5
添加剂预混合饲料	1.0	1.0
氯化钠	1.0	1.0
磷酸脲	-	2.0
合计	100.0	100.0

## （二）杂饼/粕型饲粮技术的应用

在不影响肉羊生长性能和肉品质前提下，精准把握饲料原料的有效能和消化率，以及每个生理阶段的能量和蛋白质需要量，根据饲料原料的市场供应和性价比，参考《肉羊营养需要量》（NY/T 816）决定所选择的技术方案。理论上，杂粕（饼）类包括棉籽粕（饼）、菜籽粕（饼）、亚麻籽粕（饼）、葵花籽仁粕（饼）、大豆皮等可大比例替代豆粕。通过不同蛋白饲料原料合理搭配，考虑其有效能和消化率，以及肉羊每个生理阶段的能量和蛋白质需要量，棉粕型饲

粮、菜籽饼型饲料、葵花籽仁饼型饲料可完全替代豆粕（见表6）。

表6 基于不同蛋白饲料原料配制的育肥肉羊饲料  
(干物质基础, %)

项目	豆粕型饲料	棉籽粕型饲料	菜籽饼型饲料	葵花籽仁饼型饲料
葵花籽壳	10.00	10.00	10.00	10.00
苜蓿草颗粒	15.00	15.00	15.00	15.00
豆粕	10.00	-	-	-
棉籽粕	-	10.00	-	-
菜籽饼	-	-	12.00	-
葵花籽仁饼	-	-	-	15.50
玉米	42.00	45.50	41.50	38.00
玉米胚芽粕	5.00	5.00	7.00	6.00
玉米秸秆	7.00	5.00	4.00	3.00
玉米干酒精糟可溶物	8.50	8.00	10.00	10.00
氯化钠	0.50	0.50	0.50	0.50
石粉	1.00	1.00	1.00	1.00
添加剂预混合饲料	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>合计</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>营养水平</b>				
代谢能/(MJ/kg)	13.65	13.65	13.64	13.64
干物质	91.52	91.41	91.70	92.39
粗蛋白质	13.91	14.19	13.97	13.54
中性洗涤纤维	29.49	28.73	31.05	33.38
钙	0.74	0.72	0.78	0.74
磷	0.36	0.40	0.48	0.44

### (三) 基于过瘤胃氨基酸的低蛋白饲料应用

通过补充过瘤胃赖氨酸、蛋氨酸、苏氨酸、精氨酸，当育肥羊饲料粗蛋白质水平降低1~4个百分点时，肉羊育肥期生长性能、屠宰性能、肉品质与对照组相比无显著差异，表明肉羊生产性能未受影响（见表7）。

表 7 基于过瘤胃氨基酸的肉羊育肥期饲粮组成和营养水平  
(干物质基础, %)

项目	对照组	CP 14%组	CP 12%组	CP 10%组
玉米	23.40	24.00	32.00	34.00
干酒糟及其可溶物	4.00	4.00	5.00	5.00
豆粕	11.00	8.80	4.51	2.06
棉籽粕	8.00	6.00	3.00	0.50
麸皮	9.10	7.00	8.50	10.00
胡麻饼	2.00	1.70	2.00	2.00
苜蓿	3.50	4.20	5.50	4.00
玉米秸秆	36.40	41.41	35.94	38.30
氯化钠	0.50	0.50	0.50	0.50
石粉	0.90	0.70	0.60	0.80
磷酸氢钙	0.20	0.30	0.60	0.60
添加剂预混合饲料	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>添加氨基酸</b>				
瘤胃保护赖氨酸	0.00	0.09	0.23	0.34
瘤胃保护蛋氨酸	0.00	0.03	0.05	0.08
瘤胃保护苏氨酸	0.00	0.08	0.15	0.22
瘤胃保护精氨酸	0.00	0.19	0.42	0.60
<b>合计</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>营养水平</b>				
干物质	92.41	91.89	91.74	92.31
代谢能/(MJ/kg)	13.67	13.67	13.67	13.66
粗蛋白质 <sup>1</sup>	15.83	14.11	13.13	11.73
粗脂肪	3.06	3.54	4.30	4.65
中性洗涤纤维	43.07	46.38	46.41	43.19
酸性洗涤纤维	21.10	22.94	20.94	20.33
钙	0.80	0.78	0.79	0.79
磷	0.43	0.40	0.44	0.38
赖氨酸	0.79	0.79	0.79	0.79
蛋氨酸	0.26	0.26	0.26	0.26
苏氨酸	0.59	0.59	0.59	0.59
精氨酸	1.12	1.12	1.12	1.12

注:1 粗蛋白质为实测值。

### 三、注意事项

1.使用主要原料需以批为单位进行营养成分检测,并依据检测结果优化饲粮配方。

2.换料设置过渡期，及时观察并适时调整。饲喂新料后，要仔细观察动物的反应和生产性能变化。杂粕和农副产品加工副产物由于气味、颜色和存在潜在有毒有害物质，改变了适口性，生产中应该根据具体原料调整。注意观察适口性和饲喂效果，并确定是否采取相应措施。

3.在使用营养需要量数据时，需要对肉羊的生产阶段或体重进行基本估测，并以此确定营养需要量；在使用饲料营养成分数据库时，应先确定干物质的含量，并在此基础上推导出营养素的含量。



## 草鱼低蛋白低豆粕多元化饲料配制 技术要点

中国是目前全世界水产养殖产量最高的国家，饲料工业为水产养殖业的快速发展奠定了重要物质基础。草鱼（*Ctenopharyngodon idellus*）隶属于脊索动物门、鱼纲、鲤形目、鲤科、雅罗鱼亚科、草鱼属，是草食性鱼类代表种，饲料中豆粕用量较高。草鱼是“四大家鱼”之一，也是我国养殖量最大的鱼类，其生长速度快，肉味鲜美，受到消费者和养殖户的欢迎，2022 年养殖产量约 590 万吨。草鱼商品饲料中粗蛋白一般达 30%，甚至更高。在饲料低成本、高蛋白的双重压力下，往往导致企业大量使用植物饼粕蛋白原料，如豆粕等，长此以来不仅形成了以饲料蛋白质含量或豆粕含量判定饲料质量的思维习惯，还造成了饲料资源浪费和氮排放污染环境。

针对草鱼饲料配制存在的难题，需要综合运用多种技术实现低蛋白低豆粕多元化饲料的配制和应用，包括低蛋白高能配合饲料技术、饲用豆粕替代技术、限制性氨基酸平衡技术、饲料添加剂应用技术、饲料精细加工技术等，与高蛋白饲料相比，低蛋白低豆粕饲料技术可显著提高饲料的蛋白质利用效率，降低饲料蛋白及豆粕用量，减少氮排放。

## 一、草鱼不同生长阶段的划分

相对于其他淡水养殖鱼类，草鱼的上市规格大、养殖周期长，因此生产实践中，根据草鱼不同生长阶段，对配合饲料产品进行分类更为重要。本技术要点结合养殖生产实际，将草鱼的生长阶段划分为鱼苗、鱼种、成鱼前期和成鱼后期四个阶段。

### （一）草鱼鱼苗

草鱼一般在4~5月开始繁殖，鱼苗养殖是指乌仔到夏花的阶段，主要养殖时期为夏季。这个阶段的鱼苗开始摄食配合饲料，饲料形态则以粉状饲料和碎粒饲料为主。对养殖生产中草鱼生长情况统计表明，草鱼鱼苗阶段的体重一般小于10 g/尾。之后就要进行分塘以降低放养密度，华南地区，一般在此规格前后会进行草鱼鱼苗的第一针疫苗接种。因此，鱼苗配合饲料适用的草鱼鱼苗体重为小于10 g/尾。

### （二）草鱼鱼种

夏花分塘以后进入鱼种养殖，包括从夏花分塘开始到第二年鱼种分塘的阶段，主要生长时期从夏季直到冬季、或第二年的春季。在此养殖阶段，北方地区10月以后水温降低较快，草鱼停止摄食和生长；而南方地区摄食饲料和生长周期更长。因此，鱼种阶段草鱼规格的区域性差异较大，体重范围在50~150 g/尾之间，部分地区的鱼种规格甚至可达到150~400 g/尾。考虑到我国草鱼养殖的地区差异，鱼种配合饲料适用的草鱼种体重为每尾10 g至250 g。

### (三) 草鱼成鱼前期

鱼种分塘以后进入商品鱼养殖的时期，从春季（东北地区从夏季初）开始养殖，直到养殖的草鱼达到上市规格。草鱼上市规格在不同地区有差异，如华南、西南部分地区，草鱼体重达到 750 g/尾即可上市；多数地区草鱼体重需达到 1000~1500 g/尾再上市。考虑到我国草鱼养殖的地区差异，草鱼成鱼前期配合饲料适用的草鱼成鱼体重为每尾 250 g 至 1500 g。

### (四) 草鱼成鱼后期

华南地区、华中地区有养殖大草鱼的习惯，如华中部分地区草鱼达到 1500 g/尾以后仍然继续饲养至 2500 g/尾或以上时再出售，华南部分地区将 1000~1500 g/尾的草鱼购进鱼塘养殖更大规格的成鱼，而这个阶段的草鱼摄食习性完全转变成成熟，对饲料的营养成分需求明显降低。因此，草鱼成鱼后期配合饲料适用的草鱼成鱼体重为每尾大于 1500 g。

根据草鱼不同生长阶段对饲料营养需求的不同，以及养殖生产实际，将草鱼配合饲料分成鱼苗配合饲料、鱼种配合饲料、成鱼前期配合饲料和成鱼后期配合饲料（见表 1）。

表 1 草鱼生长阶段与相应饲料阶段的划分

	鱼苗配合饲料	鱼种配合饲料	成鱼前期配合饲料	成鱼后期配合饲料
饲喂阶段 (g/尾)	体重 < 10	10 ≤ 体重 < 250	250 ≤ 体重 < 1500	体重 ≥ 1500

## 二、不同生长阶段草鱼饲料的主要营养指标

按照国家标准《草鱼配合饲料》（GB/T 36205）中对草鱼生长阶段的划分及各阶段营养需求指标，各阶段草鱼饲料粗蛋白质含量分别为鱼苗 $\geq 32.0\%$ 、鱼种 $\geq 29.0\%$ 、成鱼前期 $\geq 26.0\%$ 、成鱼后期 $\geq 20.0\%$ 。结合文献报道的不同生长阶段草鱼对饲料粗蛋白的需求量（表2）以及草鱼饲料企业的生产实际，建议草鱼各生长阶段草鱼低蛋白低豆粕多元化饲料的粗蛋白水平推荐限量见表4。

表2 不同生长阶段草鱼的饲料粗蛋白需求

阶段	鱼体重(g)	蛋白原料	粗蛋白质需求(%)
鱼苗	0.2	酪蛋白	41-43
	1.9	酪蛋白	48.26
	3.7	酪蛋白	29.64
	10.0	酪蛋白	28.20
鱼种	7.4-20.6	酪蛋白+明胶	39.14
	12.2-23.2	鱼粉+酪蛋白	31.3-33
	209-466	鱼粉+酪蛋白	26.5-27.2
成鱼前期	454-1012	鱼粉+豆粕	26

各阶段草鱼饲料主要营养指标，包括粗蛋白、粗纤维、粗灰分、总磷等含量可参照国家标准《草鱼配合饲料》（GB/T 36205）。由于低蛋白饲料对必需氨基酸平衡的要求更为精准，本技术要点在制定过程中，根据文献报道的不同生长阶段草鱼的必需氨基酸需要量（见表3），结合国家标准《草鱼配合饲料》（GB/T 36205）中各阶段饲料粗蛋白含量，提出各阶段草鱼低蛋白低豆粕多元化饲料中赖氨酸、蛋氨酸、

色氨酸、苏氨酸、缬氨酸推荐含量（见表4）。

表3 草鱼各阶段氨基酸需要量

营养成分	阶段	鱼体重/g	饲料蛋白含量/%	生长需要量	按生长阶段蛋白需求折算值
赖氨酸 /%	鱼苗	3.15-13.51	38.0	2.07	5.44
		4.4-7.90	25.0	1.61	6.44
	鱼种	-	-	-	5.38
	成鱼前期	255-489	29.5	1.42	4.73
		659-1000	28.0	1.29	4.61
	成鱼后期	-	-	-	3.59
蛋氨酸 /%	鱼苗	0.36-2.29	38.00	1.03	0.87
	鱼种	-	-	-	0.79
	成鱼前期	178-627	28.60	0.96	0.87
		259-498	30.03	1.04	0.90
	成鱼后期	450-1170	28.06	0.61	0.43
色氨酸 /%	鱼苗	-	-	-	0.41
	鱼种	-	-	-	0.37
	成鱼前期	287-699	30.37	0.38	0.33
	成鱼后期	671-1346	26.00	0.42	0.32
苏氨酸 /%	鱼苗	4.02-21.41	38.00	1.37	1.15
	鱼种	9.53-53.43	32.40	1.45	1.30
		8.35-22.10	35.13	1.42-1.72	1.17-1.42
	成鱼前期	442-1013	28.06	1.16	1.07
	成鱼后期	659-1345	26.00	1.09	0.84
缬氨酸 /%	鱼苗	-	-	-	1.56
	鱼种	9.5-36.75	32.08	1.56	1.41
	成鱼前期	268-679	29.38	1.40	1.24
	成鱼后期	-	-	-	0.95

表 4 草鱼饲料主要营养成分指标

项目	鱼苗	鱼种	成鱼前期	成鱼后期
	<10 g	10 ~ <250 g	250 ~ <1500 g	≥1500 g
粗蛋白质	28.0-32.0	26.0-30.0	24.0-28.0	20.0-24.0
赖氨酸/粗蛋白 ≥	5.0	4.4	3.8	3.1
蛋氨酸/粗蛋白 <sup>a</sup> ≥	3.1	3.1	1.9	1.6
色氨酸/粗蛋白 ≥	1.3	0.9	0.9	0.9
苏氨酸/粗蛋白 ≥	4.1	3.8	3.8	3.4
缬氨酸/粗蛋白 ≥	5.0	4.4	4.4	3.1
粗脂肪 ≥	3.0	3.0	3.0	2.5
粗纤维 ≤	10.0	12.0	15.0	15.0
粗灰分 ≤	15.0	15.0	13.0	13.0
总磷 <sup>b</sup>	1.0-1.8	1.0-1.8	0.8-1.6	0.8-1.6

<sup>a</sup> 表中蛋氨酸的含量可以是蛋氨酸+蛋氨酸羟基类似物及其盐折算为蛋氨酸的含量；如使用蛋氨酸羟基类似物及其盐，应在产品标签中标注蛋氨酸折算系数。

<sup>b</sup> 总磷含量已经考虑了植酸酶的使用。

注：配方适当考虑亮氨酸、异亮氨酸等其他氨基酸指标。

### 三、多元化蛋白原料资源的选择与使用

草鱼低蛋白低豆粕多元化饲料的配制应综合利用低蛋白高能配合饲料技术、饲用豆粕替代技术、限制性氨基酸平衡技术、饲料添加剂应用技术、饲料精细加工技术等。使用蛋白原料过程中应关注不同原料品质差异，结合不同养殖条件下草鱼的不同营养需求，确保产品质量。

#### （一）鱼粉

鱼粉是营养品质最好的蛋白质原料之一。在配方中使用鱼粉，可提高饲料蛋白质质量，但鱼粉价格高，会大幅度地增加饲料成本。通常在鱼苗、鱼种料中可使用少量鱼粉，鱼粉的使用量建议为：鱼苗料中的鱼粉用量≤10%，鱼种料中的

鱼粉用量 $\leq 5\%$ ，在成鱼饲料中可不使用鱼粉。

## **(二) 菜籽饼粕**

菜籽饼粕中的主要抗营养因子是硫葡萄糖苷及其水解产物，如异硫氰酸酯等。由于菜籽品种和榨油工艺的不同，所得菜籽饼粕中的抗营养因子含量变异大。参考文献和企业的实际使用量，菜籽饼粕的使用量建议为：鱼苗料 $\leq 25\%$ ，鱼种料 $\leq 30\%$ ，成鱼料 $\leq 35\%$ 。

## **(三) 棉籽饼粕**

棉籽饼粕中的主要抗营养因子是游离棉酚。《饲料卫生标准》中规定，棉籽加工产品游离棉酚含量 $\leq 1200 \text{ mg/kg}$ ，植食性水产动物配合饲料中的游离棉酚含量 $\leq 300 \text{ mg/kg}$ 。据此推算，草鱼饲料中的棉籽饼粕用量 $\leq 25\%$ 。考虑到不同阶段草鱼对游离棉酚的耐受性，棉籽饼粕的使用量建议为：鱼苗料和鱼种料 $\leq 20\%$ ，成鱼料 $\leq 25\%$ 。

## **(四) 花生饼粕**

花生饼粕的粗蛋白含量较高，但氨基酸组成欠佳，蛋氨酸的含量低，易感染黄曲霉菌，且价格接近豆粕，故使用量不宜较大。因此，花生饼粕的使用量建议为：鱼苗料和鱼种料 $\leq 5\%$ ，成鱼料 $\leq 10\%$ 。

## **(五) 芝麻饼**

芝麻饼的粗蛋白含量略低于豆粕，但赖氨酸的含量很低。一般鱼苗料中不建议使用芝麻饼，鱼种料、成鱼料中的芝麻饼用量 $\leq 10\%$ 。

### **(六) 葵花籽仁粕**

葵花籽仁粕的蛋白质品质不高，赖氨酸、蛋氨酸均较缺乏，粗纤维的含量高。考虑到生产中葵花籽仁粕的营养价值因部分脱壳导致壳仁比的不同而呈现较大差异，一般鱼苗料中不建议使用葵花籽仁粕，鱼种料、成鱼料中的葵花籽仁粕用量 $\leq 15\%$ 。

### **(七) 亚麻仁饼粕**

亚麻仁饼粕粗蛋白质含量一般为 32 ~ 36%，氨基酸组成不平衡，赖氨酸、蛋氨酸含量均较低。亚麻仁饼粕中的主要抗营养因子包括生氰糖苷、亚麻籽胶、抗维生素 B<sub>6</sub> 因子等。

《饲料卫生标准》中规定，亚麻仁饼粕中氰化物(以 HCN 计)含量 $\leq 350\text{mg/kg}$ ，配合饲料(除雏鸡饲料外)中氰化物(以 HCN 计)含量 $\leq 50\text{mg/kg}$ 。一般鱼苗料中不建议使用亚麻仁饼粕，鱼种料、成鱼料中的亚麻仁饼粕用量 $\leq 10\%$ 。

### **(八) 脱酚棉籽蛋白**

脱酚棉籽蛋白精氨酸含量丰富，是优良的植物蛋白原料，但价格也相对较高，性能优于豆粕。鱼苗料、鱼种料和成鱼料建议使用上限为 30%。

### **(九) 玉米蛋白粉**

玉米蛋白粉的粗蛋白含量高，蛋氨酸含量高，但总体上的蛋白质质量较差，不宜大量使用，各阶段饲料建议使用上限为 10%。



### **(十) 玉米 DDGS**

玉米 DDGS 的粗脂肪含量较高，但氨基酸的平衡性较差。此外，使用玉米 DDGS 时要注意霉菌的污染。参考文献和企业的实际使用量，玉米 DDGS 使用量建议为：鱼苗料 $\leq 5\%$ ，鱼种料 $\leq 10\%$ ，成鱼料 $\leq 15\%$ 。

### **(十一) 玉米胚芽粕**

玉米胚芽粕是以玉米胚芽为原料，经压榨或浸提取油后的副产品。玉米胚芽粕的粗蛋白含量较低，粗纤维含量较高。一般鱼苗料不建议使用玉米胚芽粕，鱼种料中的玉米胚芽粕用量 $\leq 5\%$ ，成鱼料中的玉米胚芽粕用量 $\leq 10\%$ 。

### **(十二) 酒糟**

酒糟因使用的原料和加工工艺不同，营养成分含量的差异很大。酒糟中的粗纤维含量较高，使用中需注意限量。一般鱼苗料中不建议使用酒糟，鱼种料中的酒糟用量 $\leq 10\%$ ，成鱼料中的酒糟用量 $\leq 15\%$ 。

### **(十三) 乙醇梭菌蛋白**

乙醇梭菌蛋白是以乙醇梭菌为发酵菌种生产的一种新型菌体蛋白，蛋白质含量高，通常在 80%左右，氨基酸组成也较为平衡，但价格较高。根据乙醇梭菌蛋白的新饲料和新饲料添加剂产品标准（NYSL-1001-2021），乙醇梭菌蛋白在草鱼饲料中的推荐使用量为 3%。

### **(十四) 椰子粕**

椰子粕是将椰子胚乳部分干燥为椰子干，再提油后所得

的副产品。椰子粕的粗蛋白含量为 20%左右，氨基酸组成欠佳，粗纤维含量较高。椰子粕的价格低，在配方中的适量使用将有助于降低饲料成本。考虑到椰子粕的营养成分不稳定，且易滋生霉菌而产生毒素，鱼苗料中不建议使用椰子粕，鱼种料和成鱼料中的椰子粕用量≤10%。

#### （十五）棕榈仁粕

棕榈仁粕是棕榈仁榨油后的剩余物，粗蛋白含量较低（14~21%），粗纤维含量高。参考文献和企业的实际使用量，鱼苗料中不建议使用棕榈仁粕，鱼种料和成鱼料中的棕榈仁粕用量≤5%。

### 四、草鱼各阶段饲料豆粕使用限量建议

根据《草鱼配合饲料》（GB/T 36205）中对草鱼生长阶段的划分及各阶段营养需求指标，及国内外关于不同生理阶段草鱼饲料中非常规饲料原料替代豆粕的文献报道，建议草鱼不同生长阶段饲料中豆粕使用限量见表 5。草鱼不同生理阶段饲料中非常规饲料原料替代豆粕情况见表 6。

表 5 草鱼不同生长阶段饲料中豆粕使用限量（%）

阶段	鱼苗	鱼种	成鱼前期	成鱼后期
鱼体重/g	<10 g	10 ~ <250 g	250 ~ <1500 g	≥1500 g
豆粕使用限量/%	25	20	15	8

表 6 草鱼不同生理阶段饲料中非常规饲料原料替代豆粕情况 (%)

阶段	鱼体重/g	原料名称	标识	对照组豆粕含量/%	可替代豆粕绝对量/%	替代后豆粕含量/%
鱼苗	7.14-17.03	棉粕	生产性能	48	16.2	31.8
	5-14	菜粕	生产性能	41	21	20
	2.21-10.53	菜粕	生产性能	60.28	13.4	46.88
	5.52-9.16	玉米 DDGS	生产性能	20	4	16
鱼种	17-61	菜粕	生产性能	41	21	20
	12.79-32.43	双低菜粕	生产性能	55	27.5	27.5
	10.10-37.55	脱脂黑水虻幼虫粉	生长性能	36	36	0
			肠道健康	36	18	18
	25.70-57.43	乙醇梭菌蛋白	生产性能、肝脏健康	40	11	29
成鱼前期	300-654	棉粕	生产性能	20	5	15
	230-487	酵母培养物	生产性能	22	2.4	19.6
	125-1143	发酵棉籽蛋白	生产性能	22	9	13
	250-1369	花生粕	生产性能	16	8	8

## 五、草鱼饲料加工技术

除营养价值外，饲料的性质决定饲料的饲喂效果以及动物的生长性能。草鱼饲料的加工工艺分为环模制粒硬颗粒饲料和挤压膨化浮性颗粒饲料，挤压膨化工艺与环模制粒工艺相比，淀粉糊化程度高、内部有较多的孔隙，吸水性强，利于消化酶渗入，易于消化吸收；膨化工艺中高温、高压、高剪切力的过程可以钝化抗营养因子，杀灭原料中的微生物，提高产品品质，增加产品稳定性，延长产品保质期。在草鱼养殖方面，尽管膨化颗粒饲料的生产成本高于硬颗粒饲料，

但膨化颗粒饲料在提高生长速度、改善水质情况、增加经济效益方面均优于硬颗粒饲料。

原料性质以及加工工艺参数都会对水产膨化饲料的生产效率及物理质量产生直接影响。我国蛋白质资源缺乏，饲料原料种类繁多，不同原料类型，甚至不同批次的原料物化特性的差异都会造成生产不稳定，生产过程操控难度较大，加工损耗和能耗高的问题。企业在替代豆粕的蛋白质饲料原料应用中应针对不同替代蛋白原料的物化特性，例如黏度、水溶性、乳化特性等与膨化与制粒工艺密切相关的特性，进行分析，并根据原料物化特性适当调整原料粉碎细度、调制水分、加工温度等关键参数，在营养和加工上确保产品质量。

---

抄送：部畜牧兽医局，各省、自治区、直辖市及计划单列市农业农村（农牧）、畜牧兽医厅（局、委），新疆生产建设兵团农业农村局，中国饲料工业协会、中国畜牧业协会、中国奶业协会

---

全国畜牧总站办公室

2023年12月8日印发

---