

饲用油菜生物量与营养成分测定 及其发酵全混合日粮饲喂湖羊效果

文健¹ 刘桂琼¹ 姜勋平¹ 周广生² 傅廷栋² 刘辰晖¹ 种玉晴¹

1. 华中农业大学动物科学技术学院, 武汉 430070; 2. 华中农业大学植物科学技术学院, 武汉 430070

摘要 在饲用油菜的生长期测鲜质量, 烘干后测常规营养成分, 分析鲜质量和营养成分的动态变化, 用终花期油菜配制发酵全混日粮(fermented total mixed ration, FTMR)。200头湖羊随机分成2组, 一组饲喂油菜 FTMR, 另一组饲喂由青贮玉米为主原料配制的全混日粮(total mixed ration, TMR)。试验结束时每组选择10头公羊屠宰, 测定屠体和肉质性状。结果表明: 饲用油菜的苗期、蕾薹期和花期分别为8~98、99~146和147~180 d, 油菜鲜质量在终花期(180 d)时达最大值, 粗蛋白和粗脂肪在此时也达最高值, 根据这两个营养成分计算的收获价值也在180 d时达最大值。饲喂油菜 FTMR 的湖羊体质量增量、屠宰率、胴体瘦肉率、背膘厚和眼肌面积与饲喂青贮玉米 TMR 组没有显著差异, 但油菜 FTMR 组湖羊采食量远低于青贮玉米组, 其饲料转化效率和净收益显著高于青贮玉米组($P < 0.01$)。综上所述, 饲用油菜在湖北省的最佳刈割期为终花末期(约180 d), 用其制作成 FTMR 饲喂湖羊可显著降低饲养成本, 同时可缓解肉羊养殖中冬春季饲料不足的现状。

关键词 饲用油菜; 生物量; 营养成分; 发酵全混合日粮; 绵羊; 经济效益

中图分类号 S 816 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2018)02-0071-05

饲用油菜, 又称双低油菜(低芥酸和低硫代葡萄糖甙), 其油有利于人体健康, 饼粕无毒适合直接用作家畜饲料^[1]。我国在20世纪70年代开始从国外引入双低油菜, 利用此遗传材料先后育成了一批杂交双低或常规双低油菜品种^[2], 从2002年起在我国西部地区开展麦后复种饲用油菜, 为家畜生产提供新鲜饲草^[3-4]。饲用油菜种植成本低、生物量大、蛋白和脂肪含量高, 其蛋白和消化能接近豆科牧草, 且适口性好^[5-6]。近年来, 先后将饲用油菜用于养猪、牛、羊、兔, 取得了一定的经济效益^[6-8]。饲用油菜具有明显的季节性, 而生产规模化 and 集约化肉羊养殖, 需全年均衡供应饲料, 因此, 饲用油菜大量应用于肉羊养殖业的关键是解决贮存和利用方式问题, 目前仅有对油菜进行青贮饲喂家畜的研究^[9-10], 未见利用油菜配制混合日粮(total mixed ration, TMR)及其饲喂效果的报道。本研究旨在通过测定饲用油菜各生长阶段的生物产量和营养成分, 确定饲用油菜的适宜收割期, 并用饲用油菜配制发酵全混日粮(fermented total mixed ration, FTMR)饲喂肉羊,

分析其饲喂效果和效益, 为饲用油菜饲喂肉羊提供基础数据和参考。

1 材料与amp;方法

1.1 油菜生长测定

1) 油菜样品采集。2015年9月在湖北仙桃按7.5 kg/hm²播种饲用油菜华油杂62, 条播, 行距30 cm, 播后盖种, 观察苗期、蕾薹期、初花期、盛花期和终花期出现时间。播种后在第43、68、98、119、146、159、165、171、180和187天采集油菜样本(留茬约10 cm), 测定鲜质量, 烘干后测常规营养成分。

2) 饲用油菜常规营养成分测定。按文献^[11]的方法分析粗蛋白质(CP)、粗脂肪(EE)、灰分(Ash)、钙(Ca)、磷(P)、中性洗涤纤维(NDF)、酸性洗涤纤维(ADF)。

3) 饲用油菜收获价值的计算。饲用油菜收获价值: 每千克鲜质量中粗蛋白含量与蛋白价格乘积与粗脂肪含量与脂肪价格乘积的和。收获价值模型: $V(\max) = Y \times D \times P \times A + Y \times D \times L \times B$, 单

收稿日期: 2017-08-30

基金项目: 国家肉羊产业技术体系项目(CARS-38); 国家油菜产业技术体系项目(CARS-13); 国家科技支撑计划项目(2014BAD11B03); 湖北省现代农业产业技术体系项目(高效冬春饲用农作物种植、青贮与饲喂技术创新)

文健, 硕士研究生, 研究方向: 饲用油菜在畜牧生产中的应用. E-mail: 1184914154@qq.com

通信作者: 刘桂琼, 博士, 副教授, 研究方向: 畜禽生产与繁育. E-mail: liuguiqiong@mail.hzau.edu.cn

位:元。

其中, Y 为鲜质量, D 为干物质含量, P 为干物质的粗蛋白含量, L 为粗脂肪含量。参照中国饲料行业信息网 2016-03-03 湖北武汉地区蛋白价格 7.37 元/kg 为常数 A , 脂肪价格 6.95 元/kg 为常数 B 。

1.2 油菜发酵全混日粮饲喂湖羊

1) 全混日粮组成。终花末期收集油菜,参照农业部标准 NY/T 816—2004《肉羊饲养标准》配制发酵全混日粮并窖贮,即将饲料原料粉碎为 2~3 cm 的秸秆,搅拌压实,均匀喷洒活化后的安琪酿酒酵母(添加量 0.1%)。对照组以玉米全株青贮为基础配制 TMR 日粮,日粮组成和营养水平见表 1。

2) 油菜 FTMR 品质鉴定。青贮 21 d 后,开窖,从色泽、气味、质地等方面进行油菜 FTMR 青贮效果的感官评定。

3) 饲养试验。试验于 2016 年 6 月至 9 月在湖北省宜昌市致清和农牧有限公司进行。200 只健康状况良好、活体质量相近、60 日龄的断奶湖羊随机分为 2 组,公母各半。一组饲喂以油菜为主原料的 TMR(油菜 FTMR 组),另一组饲喂以青贮玉米为主原料的 TMR(青贮玉米 TMR 组)。

表 1 全混合日粮组成及营养水平

Table 1 TMR diet composition and nutrition level

项目 Item	试验组		对照组	
	Rape FTMR	Silage corn TMR	Rape FTMR	Silage corn TMR
日粮组成/% Diet composition				
饲用油菜 Forage rape	49.50	0.00		
青贮全株玉米 Whole corn silage	0.00	74.50		
稻草 Rice straw	15.40	0.00		
菌渣 Mushroom dregs	19.80	0.00		
玉米 Corn	10.50	13.00		
麸皮 Bran	0.00	3.00		
豆粕 Soybean meal	3.30	8.00		
磷酸氢钙	0.30	0.30		
预混料 Premix	1.20	1.20		
营养水平 Nutrition level				
粗蛋白/% Crude protein	9.50	9.51		
消化能/(MJ/kg)	9.46	9.54		
钙/% Ca	0.89	1.06		
磷/% P	0.86	1.00		

注:营养水平为风干物质基础。Note:The nutrition is based on air dry matter.

试验开始和结束时空腹称活体质量,全程记录采食量,计算体质量增加量和饲料转化效率。试验结束后每组挑选 10 头公羊禁食 16 h、停水 2 h 后按国家标准 GB 9961—2008《鲜、冻胴体羊肉》进行屠

宰,按农业部标准 NY/T1236—2006《绵、山羊生产性能测定技术规范》测定胴体质量、净肉质量、骨质量、背膘厚、眼肌面积,计算净收益、屠宰率、净肉率和肉骨比等指标^[12-13]。

饲料净收益按文献[14]进行计算,公式如下:

净收益=(总增质量×活体质量价格)/(饲养天数×总干物质耗料×饲料价格)-1

1.3 统计分析

用 Excel 进行数据的初步整理,用 Logistic 生

长模型方程: $W = A / (1 + \hat{B}e(-Kt))$ 拟合饲用油菜生长,模型中待定参数 A 表示极限生长量(终极生长量或成熟鲜质量), K 为瞬时相对生长率, B 为常数。用 SAS9.1 软件进行差异性检验, $P < 0.05$ 为差异显著。

2 结果与分析

2.1 饲用油菜刈割期

1) 饲用油菜生长曲线。播种后观察油菜生长期,各期划分如下:播种后 7 d 为出苗期,8~98 d 为苗期,99~146 d 为现蕾期,147~180 d 为开花期(含初花期、盛花期和终花期),180 d 之后为成熟期。用 Logistic 拟合油菜鲜质量,拟合曲线的拟合度 R^2 为 0.978 1,该拟合模型能较好地拟合油菜生长。饲用油菜鲜质量最大值为 717.4 g,说明饲用油菜生长潜力大,初花期 146 d 单株鲜质量拟合值为 439.48 g,终花末期 180 d 单株鲜质量拟合值为 573.55 g(图 1)。

2) 饲用油菜常规营养成分及收获价值的变化。本研究测定苗期、蕾薹期、盛花期和终花期的油菜风干物质含量,在风干物质基础上测定饲用油菜的常规营养成分,结果见表 2。从表 2 可以看出,从苗期的末期开始,整个油菜生长期的中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维没有显著差异,随着油菜的生长,油菜干物质含量显著增加($P < 0.05$),粗蛋白、粗脂肪和粗灰分也在整个油菜生长期差异显著($P < 0.05$),其中粗蛋白和粗脂肪随着油菜生长期的延长逐渐增加,在终花期 180 d 时达最大值,之后则显著降低,而粗灰分则随着油菜进入花期逐渐显著增加。根据饲用油菜蛋白质和脂肪含量计算的收获价值来看,饲用油菜的收获价值在 180 d 达到最大。

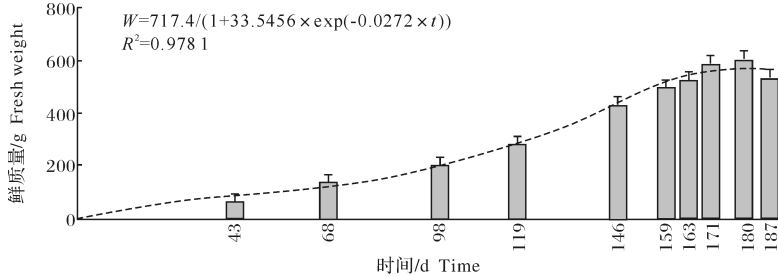
2.2 油菜 FTMR 品质鉴定结果

在青贮过程中添加酵母配制油菜 FTMR 进行窖贮,21 d 后开窖取样进行感官评定,发现饲料呈浅黄褐色,油菜茎叶完整,叶脉清楚,有醇香味。在饲喂湖羊预试期间,第 2 天开始肉羊即喜欢采

食,说明配制的油菜 FTMR 外观形状及品质效果较好。

2.3 油菜 FTMR 和青贮玉米饲喂肉羊的效果

从表 3 可以看出,油菜 FTMR 组和青贮玉米 TMR 组湖羊的始质量和末质量差异不显著,但油



横坐标数值为采样时间点,纵坐标数值为油菜鲜质量。The dotted line is the simulated value. The abscissa value is the sampling time point and the vertical coordinate value is the fresh weight of rape.

图 1 饲用油菜生长图(虚线为拟合值)

Fig.1 Forage rape growth lines

表 2 饲用油菜不同生长期常规营养成分(风干物质基础)及其收获价值

Table 2 General nutritional ingredient and harvest value of forage rape(DM)

时间/d Time	干物质/% DM	粗蛋白/% CP	粗脂肪/% EE	粗灰分/% Ash	中性洗涤 纤维/% NDF	酸性洗涤 纤维/% ADF	收获价值 Harvest value
98	14.33±0.57a	12.97±0.23a	1.59±0.48a	6.56±0.04a	57.46±1.22	35.07±1.53	0.03
146	16.56±0.36b	14.31±0.38b	2.27±1.40a	6.35±0.05a	54.12±1.07	32.10±0.22	0.09
171	27.34±0.68c	14.57±0.06b	5.70±2.62b	6.83±0.06ab	57.18±1.59	35.12±0.53	0.24
180	32.99±0.84d	15.88±0.25c	15.74±0.55c	7.08±0.15b	55.98±4.67	34.76±3.07	0.45
187	35.52±0.82e	12.62±0.20a	12.04±0.39d	7.20±0.04b	54.79±1.01	34.40±1.71	0.34

注:同列不同小写字母表示差异显著。Values with different lowercase letters in a column are different significantly.

表 3 2 种饲料饲喂湖羊的生长屠宰性能和经济效益

Table 3 Growth and carcass traits, and economic returns in Hu sheep fed with different diets

项目 Item	油菜 FTMR Rape FTMR	青贮玉米 TMR Silage corn TMR
始质量/kg Initial body weight	17.50±2.85	17.93±2.19
末质量/kg Final body weight	27.15±4.02	27.20±2.93
采食量/(kg/d) Feed intake	1.51±0.19a	2.17±0.21b
总增质量/kg Weight gain	9.65±3.01	9.26±2.34
总耗料/kg Total feed intake	135.90	196.20
饲料转化效率 Feed conversion ratio (FCR)	16.11±8.30a	22.83±6.99b
屠宰率/% Dressing percentage	50.08±2.26	49.13±2.29
胴体净肉率/% Carcass meat rate	70.32±2.03	70.16±3.06
背膘厚/cm Backfat thickness	4.07±1.21	3.45±1.08
眼肌面积/cm ² Eye muscle area	16.30±4.08	16.02±1.27
肉骨比 Meat bone ratio	2.38±0.35	2.39±0.25
饲料价格/(元/kg) Cost of feed	0.73	0.87
活质量收益/元 Profit of live body weight	231.56±72.30	222.33±56.12
纯收入/(元/头) Pure profit	132.35±72.30a	51.64±56.12b
净收益 Net economic benefit	1.33±0.73a	0.30±0.33b

注:同行不同小写字母表示差异显著;活羊价格按照 2016 年 9 月份湖北省市场价 24 元/kg 计算。Note: Values with different lowercase letters in a row differ significantly; Live sheep price in September 2016 Hubei market price is 24 yuan/kg.

菜 FTMR 组湖羊采食量和料重比显著低于青贮玉米 TMR 组($P < 0.01$)。油菜 FTMR 组和青贮玉米 TMR 组湖羊的屠宰率、净肉率、背膘厚、眼肌面积

和肉骨比差异均不显著($P > 0.05$)。用油菜 FTMR 饲喂湖羊的纯收入和净收益显著高于青贮玉米 TMR 组($P < 0.01$),表现出明显的成本优势。

3 讨论

3.1 饲用油菜适宜的收获期

华油杂 62 生长期含苗期、蕾薹期、花期和成熟期,在此生长期,干物质含量随油菜的生长显著增加,这与王洪超等^[5]的研究结果一致。本研究发现随着油菜的生长,其粗蛋白和粗脂肪含量逐渐增加,在终花期 180 d 时达最大值,王洪超等^[5]发现华油杂 62 盛花期的粗蛋白和粗脂肪含量显著高于现蕾期,而从盛花期至结荚期期间则显著降低,这与本研究结果基本一致。本研究发现粗灰分随油菜的生长逐渐增加,而纤维含量差异不显著,王洪超等^[5]发现随着油菜的生长,粗灰分显著降低,纤维含量则显著增加,与本研究结果相反,说明还应进一步测定油菜各时期的纤维含量,以便获取更有效的油菜营养成分信息。饲料主要的营养供给为能量和蛋白,即蛋白和脂肪含量最能反映饲料价值,因此,本研究用油菜蛋白质和脂肪含量计算其收获价值,发现饲用油菜的收获价值在 180 d 达到最大,此时粗蛋白和粗脂肪含量也达最大值。因此,饲用油菜的适宜刈割期为终花期 180 d,在此之前刈割则水分含量大,且可供食用的蛋白和脂肪含量较少,故饲用油菜用于青贮宜在栽培后 180 d 左右刈割,此时收获的饲用油菜营养价值最大。

3.2 饲用油菜的青贮

双低饲用油菜鲜嫩多汁,营养丰富,适口性好,畜禽喜食。牦牛每天可饲喂 15 kg^[15]。每天在民猪的基础日粮中添加 1 kg 饲用油菜,30 d 可多增质量 1.54 kg^[7]。在肉兔基础日粮中添加 5%~10% 新鲜饲用油菜,30 d 后可显著提高肉兔日增质量 12%~15%^[8]。用 20% 的饲用油菜替代玉米秸秆饲喂肉羊,育肥羊 30 d 可多增质量 0.6 kg^[16],能提高肉羊日增质量、屠宰率、净肉率、熟肉率和胴体脂肪含量等,降低失水率^[17]。

尽管双低饲用油菜鲜饲效果好,但油菜生长季节性较强,利用时间短,含水量高,质量变化快,须制作成青贮料才能长期使用。在 20 世纪 60 年代和 70 年代,我国曾广泛推广青贮油菜喂猪,将盛花期油菜青贮可全年为母猪提供青绿饲料^[3],但油菜水分含量高,而青贮饲料要求水分含量 55%~70%,目前在油菜青贮上主要利用糠和枯黄玉米秸秆调节水分^[18]。湖北省是水稻生产大省,稻草生产量大,当地菌渣产量也较多。因此,本研究在制作油菜

FTMR 时用稻草和菌渣调节油菜水分。常规青贮直接利用乳酸发酵降低 pH,制成的青贮料往往太酸 (pH<4),牛羊不喜食。用酵母发酵饲料会产生天然的芳香气味,可以刺激动物食欲,促进消化液分泌,提高消化酶活性,加速饲料营养成分分解,进而促进营养物质吸收^[19]。添加酵母的 FTMR 可提高杜湖杂交羊的生长速度^[20]。本研究在制作油菜 TMR 时添加酵母,使酵母菌在发酵过程中占主要优势,发酵时间可缩短至 21 d,发酵成熟的油菜 TMR 酸味淡,有醇香味,发酵品质较好,肉羊喜食。

3.3 饲用油菜 FTMR 饲喂湖羊的效果

本研究用饲用油菜为主原料,用稻草和菌渣调节水分,添加酵母制作油菜 FTMR,用其育肥湖羊,结果发现肉羊喜食油菜,但不采食稻草。比较油菜 FTMR 和青贮玉米 TMR 组湖羊的生长速度和屠宰性状,发现两组间没有显著差异,但显著降低成本,增加经济效益。肉羊不采食稻草,故油菜 FTMR 组饲料利用效率高于青贮玉米 TMR 组,说明油菜经发酵处理后饲喂肉羊的效果要优于青贮玉米,这与已有文献研究结果一致。王亚犁^[18]将饲用油菜与玉米秸秆复合青贮育肥滩羊,用玉米秸秆作对照,发现饲用油菜复合青贮显著提高滩羊日增质量 ($P < 0.01$)。邱玉朗等^[21]发现经发酵的 FTMR 饲喂小尾寒羊的日增质量和料重比优于未经发酵的 TMR 组,且小尾寒羊对 FTMR 粗纤维的消化率显著优于 TMR 组,表明 FTMR 饲喂肉羊的效果更好。这些研究结果说明饲用油菜营养丰富,经发酵后饲喂肉羊效果更佳。

参 考 文 献

- [1] 李春生. 我国双低油菜产业国际化的引智绩效评估[C]. 北京: 新时期引智理论与新时期引智创新研讨会, 2013: 301-306.
- [2] 农全东, 杨永超, 文和明. 双低油菜育种进展[J]. 安徽农业科学, 2014(35): 12434-12436.
- [3] 金光忠, 周顺成. 麦后复种饲用油菜的种植利用及效益分析[J]. 畜牧与饲料科学, 2008(6): 65-66.
- [4] 傅廷栋, 涂金星, 张毅, 等. 在我国西北部地区麦后复种饲料油菜的研究与利用[J]. 中国西部科技, 2004(6): 4-7.
- [5] 王洪超, 刘大森, 刘春龙, 等. 饲料油菜及其饲用价值研究进展[J]. 土壤与作物, 2016, 5(1): 60-64.
- [6] 杨祁峰, 腾怀渊, 牛菊兰, 等. 饲用双低油菜华协 1 号营养成分含量动态及营养价值研究[J]. 草业学报, 2003, 12(2): 87-92.
- [7] 孙金艳, 彭福刚, 王文涛, 等. 全株饲用油菜对民猪增重效果的分析[J]. 黑龙江畜牧兽医(综合版), 2015(6): 118-119.
- [8] 董小英, 唐胜球, 马元元, 等. 日粮中添加饲料油菜养殖肉兔的

- 效果研究[J].中国饲料,2015(11):12-15.
- [9] 杨华,熊明清,余陵峰,等.青贮饲料油菜对肉牛增重效果的研究[J].中国饲料,2017(2):16-18.
- [10] 李晓锋,索效军,杨前平,等.青贮饲用油菜对山羊肉用性能的影响研究[J].中国饲料,2017(15):12-14.
- [11] 张丽英.饲料分析及饲料质量检测技术[M].北京:中国农业大学出版社,2007.
- [12] COFOMER-ROCHER F.山羊胴体的评价,分割和组织分离标准方法与程序[J].中国养羊,1988(4):44-45.
- [13] 李全民.羊胴体的切块[J].中国养羊,1993(2):39-40.
- [14] XU T, XU S, HU L, et al. Effect of dietary types on feed intakes, growth performance and economic benefit in Tibetan sheep and yaks on the Qinghai-Tibet Plateau during cold season[J]. PLoS ONE, 2017(1): e169187.
- [15] 陈红琳,刘定辉,陈代全,等.甘孜州半农牧区麦后复种饲用油菜引种比较试验[J].南方农业学报,2012,43(8):1106-1109.
- [16] 柴君秀,李颖康,马小明,等.高产饲料油菜喂羊效果试验[J].畜牧与饲料科学,2011,32(11):19-20.
- [17] 牛菊兰,杨祁峰,滕怀渊,等.双低油菜华协1号青饲效果的研究[J].草业学报,2003,12(1):90-93.
- [18] 王亚犁.饲用油菜与枯黄玉米秸秆复合青贮饲喂滩羊试验[J].中国畜牧杂志,2005,41(2):57.
- [19] 曹雪瑾,刘浩,梁明振.发酵饲料在当前养殖业中的应用和发展前景[J].广西畜牧兽医,2011,27(3):189-191.
- [20] 马东升,赵勤涛,刘陶然,等.酵母FTMR的制备及其对杜湖杂交羔羊的饲喂效果[J].天津农业科学,2015,21(7):7-12.
- [21] 邱玉朗,罗斌,于维,等.发酵全混合日粮对肉羊生长性能与血液生化指标的影响[J].饲料研究,2013(12):46-48.

Biomass, nutrition of forage rape and effect of its fermented total mixed ration on growth, carcass and meat quality in Hu sheep

WEN Jian¹ LIU Guiqiong¹ JIANG Xunping¹ ZHOU Guangsheng²
FU Tingdong² LIU Chenhui¹ ZHONG Yuqing¹

1. College of Animal Sciences and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

2. College of Plant Sciences and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China

Abstract The above-ground parts of forage rape were collected, weighed and dried to measure the general nutritional ingredients at the seedling, bolting and flowering stages. Forage rape were harvested at the end of the flowering stage and ensiled to produce fermented total mixed ration (FTMR). Two hundred 2-month-old Hu sheep were randomly divided into two groups. One group were fed with forage rape FTMR and the other were fed with maize silage TMR. Ten rams were slaughtered to assess carcass characteristics and meat quality after three months. The results showed that the seedling, bolting and flowering period were from 8 to 98 d, 99 to 146 d, and 147 to 180 d, respectively. The fresh weight reached the peak at 180 d. The crude protein and fat content increased during forage rape development, reached the top value at 180 d, making the peak harvest value of forage rape at 180 d. The weight gain, dressing percentage, carcass meat rate, backfat thickness, and eye muscle area of rams fed with forage rape FTMR were not different from those fed with maize silage TMR. However, feed conversion ratio (FCR) and profit of the forage rape group was significantly higher than that of the maize silage group. In conclusion, the best harvest time of forage rape was at 180 d in Hubei Province and the forage rape FTMR had no negative effect on growth and carcass characteristics of Hu sheep, and cost lower compared with maize silage TMR. Therefore, the forage rape can be applied in finishing lambs, which is beneficial for relieving stress of shortage feed in winter and reducing feed cost.

Keywords forage rape; biomass; nutrition; fermented total mixed ration, FTMR; sheep; economic benefit

(责任编辑:边书京)