西北农业学报 2021,30(1):18-24
Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica

网络出版日期:2020-12-16 doi: 10.7606/j.issn.1004-1389.2021.01.003
网络出版地址:https://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1220.s.20201214.1419.010.html

不同断奶日龄对湖羊羔羊生产性能、内脏器官发育及瘤胃形态参数的影响

徐建峰[1],王燕燕[1],高 博[1],谢文章[2],
董 和[1],郭海龙[1],成伟伟[1],蒙 琦[1]
(1.甘肃省畜牧兽医研究所,甘肃平凉 744000;2.环县畜牧技术推广中心,甘肃环县 745700)

摘 要 将132只湖羊羔羊按断奶日龄随机分为30日龄组、45日龄组、60日龄组和对照组(随母哺乳至75日龄),研究不同断奶日龄对其生长性能、屠宰性能、内脏器官发育及瘤胃形态参数的影响,以确定湖羊羔羊适宜的断奶日龄。结果表明:30和45日龄组与对照组相比,羔羊早期生长缓慢,但60日龄之后生长加快,且以45日龄组增加最快。140日龄的宰前活质量和胴体质量、瘤胃乳头长度和宽度,30和45日龄组显著高于60日龄组和对照组,且以45日龄组最大。屠宰率、净肉率和心脏、肝脏、瘤胃及小肠质量,4组间无显著性差异,但45日龄组高于其他3组。综上,早期断奶可以促进湖羊羔羊生长发育,且断奶日龄以45日龄为宜。

关键词 湖羊羔羊;断奶日龄;代乳粉;生产性能;瘤胃发育
中图分类号 S813.3 **文献标志码** A **文章编号** 1004-1389(2021)01-0018-07

早期断奶是舍饲养羊必须解决的现实问题。断奶过早易引起羔羊应激性疾病及生长发育受阻,过晚会延迟母羊膘情恢复及产后发情时间[1]。因此,断奶时间的选择是早期断奶成功与否的关键,适宜的断奶时机因羔羊品种、营养水平、饲喂方法等不同,尚未有统一定论[2-4]。

湖羊属多胎绵羊品种,平均产羔率在230%以上[5]。近几年先后引入甘肃省金昌、武威、庆阳等地进行规模化养殖,均表现出良好的适应性和生产性能。受传统观念和饲喂习惯的影响,湖羊羔羊多采用母子混群的方式自然断奶,哺乳期达3~4个月,既延长了生产周期,又增加了养殖成本,与"全进全出"的工厂化生产模式不符。

基于上述技术需求,本研究在相同的饲养管理及营养水平下,开展湖羊羔羊的早期断奶试验,分析不同断奶日龄对其生长性能、屠宰性能、内脏器官发育及瘤胃形态参数的影响,以期筛选出适宜的湖羊羔羊断奶时间,为湖羊养殖区推广和应用早期断奶技术提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验设计

采用单因子试验设计,参照58只湖羊母羊的产羔记录,将132只初生质量相近的新生羔羊(公母各半)按不同断奶日龄随机分为4组,即30日龄组、45日龄组、60日龄组和对照组。每组33只羔羊,设3个重复,每个重复11只。试验组羔羊采用自然哺乳与人工代乳相结合的方式断奶,对照组羔羊随母哺乳至75日龄断奶。所有羔羊饲喂至140日龄时,每组随机选择5只公羔进行屠宰。

1.2 断奶方法及饲养管理

30、45和60日龄组羔羊分别从25、40和55日龄开始减少母乳摄入,逐渐过渡至饲喂代乳粉(表1),代乳粉的饲喂量为每只每次20~40 g,每天4次。从30、45和60日龄开始隔离母乳,直接饲喂代乳粉,代乳粉的饲喂量为每只每次50~60 g,每天3次。从50、65和80日龄开始停止饲喂代乳粉,使用育肥料(表2)育肥至140日龄。对照组羔羊随母哺乳至75日龄时断奶,随后育肥至

收稿日期:2020-03-11 **修回日期**:2020-05-12
基金项目:甘肃省农牧厅科技项目(GNKJ-2018-1)。
第一作者:徐建峰,男,副研究员,主要从事草食畜生产及分子生物学研究。E-mail:710401384@qq.com

140 日龄。所有羔羊从 15 日龄至育肥开始前自由采食开食料(表 1)。代乳粉购自北京精准动物营养研究中心,开食料、育肥料均由环县中盛公司提供。

表 1　代乳粉和开食料的营养水平(风干基础)

Table 1　Nutrient levels of milk replacer and starter (air dry basis)

指标 Index	代乳粉 Milk replacer	开食料 Starter
消化能/(MJ/kg) DE	—	13.76
干物质/% Dry matter	≥94.00	87.85
粗蛋白/% Crude protein	≥23.00	15.80
粗脂肪/% Crude fat	≥13.00	2.94
粗纤维/% Crude fiber	≤3.00	—
氯化钠/% NaCl	0.10～1.20	—
维生素 E/% Vitamin E	≥80.00	—
赖氨酸/% Lysine	≥2.30	—
钙/% Ca	0.60～1.50	0.85
磷/% P	0.50～1.20	0.42

注:代乳粉和开食料的配方涉及专利,未公开。

Note: Formulas of milk replacer and starter involved in patents, undisclosed.

表 2　育肥料组成及营养水平(风干基础)

Table 2　Composition and nutrient level of fattening feed (air dry basis)

原料 Ingredient	百分比/% Percentage	营养成分 Nutrient content	营养水平 Nutrient level
玉米 Maize	55.50	代谢能/(MJ/kg) ME	11.68
小麦麸 Wheat bran	15.00	干物质/% Dry matter	84.15
大豆粕 Soybean meal	10.00	粗蛋白/% Crude protein	15.98
棉籽粕 Cottonseed meal	14.00	粗脂肪/% Crude fat	3.75
预混料 Premix	4.00	钙/% Ca	0.58
石粉 Limestone	1.00	磷/% P	0.26
小苏打 $NaHCO_3$	0.50	—	—
合计 Total	100.00	—	—

注:代谢能为计算值,其余为实测值。

Note: ME = measured value, the others were measured values.

1.3　测定指标

所有羔羊分别于 0、30、60、90 和 140 日龄时空腹测定体质量。育肥至 140 日龄时每组随机选择 5 只进行屠宰,分别测定宰前活质量、胴体质量、净肉质量、内脏器官及胃肠道质量。每只羔羊取瘤胃腹囊上皮组织样品(2 cm×2 cm×2 cm),置于体积分数为 10%的福尔马林溶液中固定,采用苏木精—伊红染色法制作石蜡切片[6],用 DM750 型光学显微镜在 4×10 倍下观测瘤胃视野内的乳头数量与肌层厚度,采用 Image-Express 6.0 软件测量瘤胃乳头长度与宽度。

1.4　数据统计分析

试验数据采用 Excel 2007 进行汇总整理,应用 SPSS 19.0 软件进行单因子方差分析(ANOVA,LSD),差异显著用 Duncan's 法进行多重比较。

2　结果与分析

2.1　断奶日龄对湖羊羔羊生长性能的影响

由表 3 可知,4 组羔羊初生质量差异不显著($P>0.05$),符合随机分组的原则。30 日龄质量、45 日龄组、60 日龄组和对照组间无显著性差异($P>0.05$),但都显著高于 30 日龄组($P<0.05$),且以对照组最大。60 日龄质量,对照组显著高于其他 3 组($P<0.05$),后者间差异不显著($P>0.05$)。90 和 140 日龄质量,4 组间无显著性差异($P>0.05$),差距减小。初生～30 日龄、30～60 日龄和 60～90 日龄平均日增质量,4 组间差异不显著($P>0.05$),从图 1 可以看出,60 日龄

之前对照组羔羊增质量快，但 60 日龄之后 30 和 45 日龄组羔羊增质量快。90～140 日龄平均日增质量，60 日龄组和对照组显著低于 30 和 45 日龄组（$P<0.05$），后者间差异不显著（$P>0.05$）。

表 3 湖羊羔羊的生长性能（$\bar{x}\pm s$）

Table 3 Growth performance of Hu lambs

项目 Item	组别 Groups			
	30 日龄组 Weaned at 30 days group	45 日龄组 Weaned at 45 days group	60 日龄组 Weaned at 60 days group	对照组 Control group
初生质量/kg Born mass	2.81±0.21	2.83±0.07	2.73±0.13	2.80±0.25
30 日龄质量/kg Mass at 30 days of age	6.57±0.08 b	6.90±0.32 a	6.88±0.27 a	7.03±0.16 a
60 日龄质量/kg Mass at 60 days of age	11.51±0.55 b	11.88±0.40 b	11.75±0.28 b	12.36±0.32 a
90 日龄质量/kg Mass at 90 days of age	16.30±0.40	16.59±0.26	16.24±0.30	16.87±0.37
140 日龄质量/kg Mass at 140 days of age	25.12±1.28	25.65±1.02	24.22±0.87	25.05±1.13
初生～30 日龄日增质量/g Daily gain mass of birth to 30 days of age	125.33±8.74	135.67±10.05	138.33±11.30	141.00±10.04
30～60 日龄日增质量/g Daily gain mass of 30 to 60 days of age	164.67±10.37	166.00±9.81	162.33±9.46	177.67±10.11
60～90 日龄日增质量/g Daily gain mass of 60 to 90 days of age	159.67±11.19	157.00±10.48	149.67±10.17	150.33±8.73
90～140 日龄日增质量/g Daily gain mass of 90 to 140 days of age	176.40±8.58 a	181.20±9.53 a	159.60±10.08 b	163.60±11.32 b

注：同行不同字母表示差异显著（$P<0.05$），相同字母或无字母表示差异不显著（$P>0.05$）。下同。

Note: Different letters within the same row indicate significant difference ($P<0.05$) same or no letters mean no significant difference ($P>0.05$). The same below.

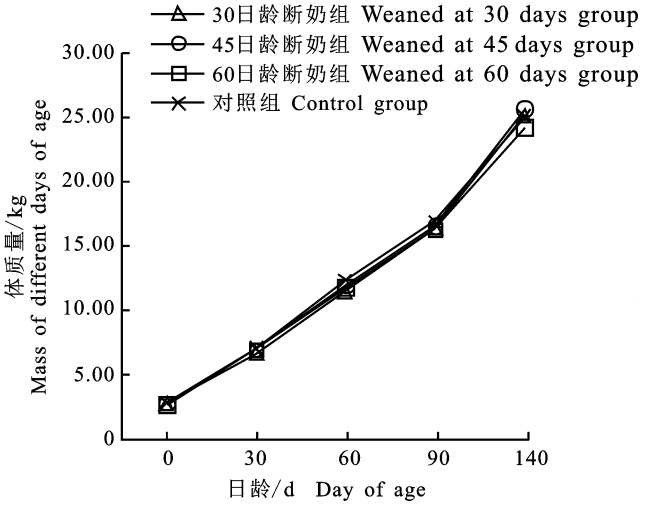

图 1 湖羊羔羊的生长趋势

Fig. 1 Growth tendency of Hulambs

2.2 断奶日龄对湖羊羔羊屠宰性能及内脏器官发育的影响

在同一饲养管理及营养水平下，断奶羔羊经育肥后，随机选择 20 只公羔进行屠宰。由表 4 可见，140 日龄的宰前活质量和胴体质量，30 和 45 日龄组间无显著性差异（$P>0.05$），但都显著高于 60 日龄组和对照组（$P<0.05$），且以 45 日龄组最大。净肉质量、屠宰率和净肉率，4 组间差异不显著（$P>0.05$），且呈现出相同的变化趋势，以 45 日龄组最大，30 日龄组次之，60 日龄组最低。心脏、肝脏、肺脏、肾脏及脾脏质量，4 组间无显著性差异（$P>0.05$），但 45 日龄组羔羊的心脏及肝脏质量均高于其他 3 组，表明适宜的断奶时间对羔羊的心脏和肝脏发育具有促进作用。

2.3 断奶日龄对湖羊羔羊胃肠道发育及瘤胃乳头形态的影响

从表 5 可以看出，复胃、小肠及大肠质量，4 组间无显著性差异（$P>0.05$）。但从平均数来看，所有羔羊的瘤胃质量均高于网胃、瓣胃和皱胃，在 4 个胃室中所占比例最大。45 日龄组羔羊的瘤胃和小肠质量最大，30 日龄组次之，60 日龄组最小，表明 30 与 45 日龄羔羊断奶时间及补饲早，有利于瘤胃和小肠的发育。瘤胃乳头长度和宽度，30 和 45 日龄组间差异不显著（$P>0.05$），但都显著高于 60 日龄组和对照组（$P<0.05$），且以 45 日龄组最大。瘤胃乳头数量和肌层厚度，4 组间无显著性差异（$P>0.05$），但对照组均高于其他 3 组。上述结果与显微镜下观测到的瘤胃乳头形态基本一致（图 2），表明早期断奶可以增加羔羊瘤胃乳头的长度和宽度，但对瘤胃乳头数量和壁肌层厚度影响不大。

表 4　湖羊羔羊的屠宰性能及内脏器官发育性状($\bar{x}\pm s$)

Table 4　Slaughter performance and internal organ development of Hu lambs

项目 Item	组别 Groups			
	30 日龄组 Weaned at 30 days group	45 日龄组 Weaned at 45 days group	60 日龄组 Weaned at 60 days group	对照组 Control group
宰前活质量/kg SWB	25.03±1.35 a	25.42±3.25 a	24.00±1.18 b	24.16±1.47 b
胴体质量/kg Carcass mass	12.00±1.28 a	12.25±1.07 a	10.78±1.28 b	10.94±1.84 b
净肉质量/kg Meat mass	8.89±0.22	9.10±0.07	8.38±0.14	8.52±0.15
屠宰率/% Dressing percentage	47.94±2.15	48.19±3.50	44.92±2.37	45.28±3.56
净肉率/% Pure meat percentage	35.52±3.20	35.80±2.17	34.92±2.38	35.27±2.54
心脏质量/g Heart mass	106.00±9.42	108.67±10.05	100.33±11.45	102.50±9.19
肝脏质量/g Liver mass	421.00±9.52	429.25±10.96	413.50±8.71	414.67±11.01
肺脏质量/g Lung mass	342.00±12.20	350.33±15.17	345.75±9.53	354.00±12.67
肾脏质量/g Kidney mass	85.67±4.68	85.60±8.51	85.93±5.55	85.85±7.41
脾脏质量/g Spleen mass	38.73±2.33	38.70±3.29	38.45±1.87	38.70±2.50

表 5　湖羊羔羊的胃肠道发育及瘤胃乳头形态($\bar{x}\pm s$)

Table 5　Stomach and intestine development and morphological structure with rumen papillae of Hu lambs

项目 Item	组别 Groups			
	30 日龄组 Weaned at 30 days group	45 日龄组 Weaned at 45 days group	60 日龄组 Weaned at 60 days group	对照组 Control group
瘤胃质量/g Rumen mass	417.00±19.02	428.67±17.68	410.00±12.43	412.33±14.40
网胃质量/g Reticulum mass	56.25±3.50	57.67±5.92	56.02±4.48	57.60±4.21
瓣胃质量/g Omasum mass	58.75±3.30	57.36±5.51	55.50±5.71	60.00±4.83
皱胃质量/g Abomasum mass	78.75±4.33	78.33±4.02	79.00±3.89	78.52±5.12
小肠质量/g Small intestine mass	428.52±8.87	432.00±13.61	412.16±11.03	421.05±9.80
大肠质量/g Large itestine mass	443.26±8.80	430.18±8.51	395.00±10.05	400.16±9.37
瘤胃乳头数量/cm^{-2} Rumen papilla numbers	153.15±2.10	154.48±0.35	156.71±0.74	161.32±1.23
瘤胃乳头长度/mm Rumen papilla height	2.53±0.48 a	2.86±0.21 a	1.78±0.19 b	1.49±0.23 b
瘤胃乳头宽度/mm Rumen papilla width	0.60±0.01 a	0.68±0.03 a	0.40±0.11 b	0.48±0.15 b
瘤胃肌层厚度/mm Rumen muscular thickness	1.79±0.22	1.80±0.08	1.83±0.14	2.11±0.20

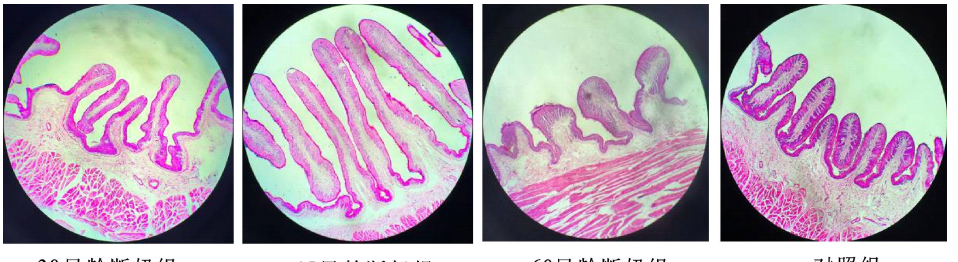

图 2　湖羊羔羊的瘤胃乳头形态

Fig. 2　Morphological structure of rumen papillae of Hu lambs

3　讨 论

许多研究基于不同的试验方法、组别设计、评价指标等,得出羔羊断奶时间的结论不一[7-10]。本研究采用自然哺乳结合人工代乳的方式,分析 30、45 和 60 日龄断奶对湖羊羔羊生长性能的影

响。结果表明，初生～60 日龄，试验组羔羊的各阶段体质量及日增质量都显著低于对照组，原因可能是断奶应激造成羔羊对生长环境及代乳粉适应较慢，从而抑制其早期生长[11-12]。随着羔羊日龄的增加，胃肠道机能趋于完善，到 60 日龄之后，试验组与对照组羔羊的体质量逐渐相近，且有超过对照组的趋势。与对照组相比，60～90 日龄和 90～140 日龄，45 日龄组羔羊增重最快，30 日龄组次之，60 日龄组最低。这与王桂秋等[13]、Sevi 等[14]研究结果一致，可能与 30 和 45 日龄羔羊尽早断奶后逐步适应代乳粉，断奶应激减少后可以弥补母乳的营养不足，加快后期生长有关[15-16]。

屠宰性能是评价断奶羔羊育肥效果的重要指标。曹少奇[17]、柴建民等[18]研究发现，羔羊哺乳阶段实施断奶并补饲代乳粉，具有提高育肥期胴体质量的潜力，但对产肉能力影响不大。本研究结果也证实，30 和 45 日龄组羔羊，育肥后 140 日龄的宰前活质量和胴体质量都显著高于 60 日龄组和对照组。净肉质量、屠宰率与净肉率各组间无显著性差异，但 45 日龄组羔羊高于其他 3 组，可能与育肥期增重有关。60 日龄组羔羊由于断奶时间及补饲代乳粉较晚，整个育肥期生长较慢，造成各项屠宰指标均低于对照组。

内脏器官质量在一定程度上反映了动物机体发育和免疫状况，其中，肝脏和肾脏是动物重要的代谢器官，脾脏是主要的免疫器官。心脏、肝脏、肺脏、肾脏及脾脏质量，4 组间差异不显著，但 45 日龄组羔羊的心脏、肝脏质量有高于其他 3 组的趋势。因所有羔羊在舍饲条件下饲喂，相比放牧环境感染寄生虫的概率较小，所以对脾脏影响不大[19]。这与柴建民等[18]研究得出的早期断奶可以促进羔羊心脏和肝脏发育，但对免疫能力无影响的结论一致。

瘤胃是反刍动物重要的发酵罐，小肠直接影响饲料的消化率。研究表明[20-21]，早期断奶会影响瘤胃乳头形态，改变瘤胃微生物区系，从而调控瘤胃发育和动物生长。本研究发现，早期断奶对湖羊羔羊的网胃、瓣胃、皱胃及大肠质量影响不大，但 30 和 45 日龄断奶有提高瘤胃和小肠质量的趋势。这可能是因为 30 和 45 日龄羔羊可以尽早采食并适应代乳粉及育肥料，有利于提高胃肠道微生物多样性，增加固体饲料的采食量，刺激瘤胃和小肠的早期发育[22]。瘤胃乳头长度是反刍动物瘤胃形态学研究中最重要的评价指标，长度越长越有利于充分接触食糜，其次是乳头宽度和瘤胃壁厚度[23]。瘤胃乳头长度和宽度，30 和 45 日龄组间无显著性差异，但都显著高于 60 日龄组和对照组，这符合羔羊越早采食固体饲料，越有利于瘤胃乳头发育的规律[24]。因 30 日龄羔羊断奶时间最早，而此时瘤胃机能尚未发育完全，对代乳粉及固体饲料的消化吸收有限，故 30 日龄组的瘤胃乳头长度和宽度低于 45 日龄组。瘤胃乳头数量和肌层厚度，4 组间差异不显著，但以对照组最大、60 日龄组次之、30 日龄组最小，这与刘婷等[20]研究结果类似，表明羔羊的瘤胃乳头数量和肌层厚度受早期断奶的影响不大，也不会随着精料饲喂量的增加发生显著变化[25]，可能与羔羊的自然生长调控有关，其机理有待进一步研究。

参考文献 Reference：

[1] 单俊娟. 早期断奶对羔羊生长对羔羊腹泻及母羊繁殖性能影响的研究[D]. 新疆阿拉尔：塔里木大学，2017.
SHAN J J. Study on the growth diarrhea of early weaning of the lamb and ewes on reproductive performance[D]. Alaer Xinjiang：Tarim University，2017.

[2] JOHN M A，CHRISTOPH W A. Early weaning of lambs[J]. *Ministry of Agricultere and Food*，2010，99(21)：423-431.

[3] BHATT R S，TRIPATHI M K，VERMA D L，*et al*. Effect of different feeding regimes on preweaning growth rumen fermentation and its influence on postweaning performance of lambs[J]. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*，2009，93(5)：568-576.

[4] LANZA M，BELLA M，PRIOLO A，*et al*. Lamb meat quality as affected by a natural or artificial milk feeding regime[J]. *Meat Science*，2006，73(2)：313-318.

[5] 潘 洋. 湖羊规模化养殖模式、生长发育与繁殖性能的研究[D]. 陕西杨凌：西北农林科技大学，2018.
PAN Y. Study on the mode of large scale farming，dewelopment and reproduction in Hu Sheep[D]. Yangling Shaanxi：Northwest A&F University，2018.

[6] 任成林，王爱华，苏 杰. 染色方法不同苏木精--伊红染色液在组织石蜡切片中的应用[J]. 畜牧兽医杂志，2006，25(6)：29-30.
REN CH L，WANG A H，SU J. The application of different hematoxylin-eosin solution in tissue paraffin slice[J]. *Journal o f Animal Science and Veterinary Medicine*，2006，25(6)：29-30.

[7] 王桂秋. 营养水平对羔羊物质消化的影响及羔羊早期断奶时间的研究[D]. 北京：中国农业科学院，2005.
WANG G Q. Study of nutrition utilizations of lamba when fed milk replacers of different levels and early-weaned time of lambs[D]. Beijing：Chinese Aeademy of Agricultural

Scienees,2005.

[8] 扎　西.高原地区羔羊早期断奶技术研究[J].西北农业学报,2011,20(8):44-47.
ZHA X. Study on lamb early weaning in highland area[J]. *Acta A griculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 2011, 20(8):44-47.

[9] LI CH,WANG W M,LIU T,*et al*. Effect of early weaning on the intestinal microbiota and expression of genes related to barrier function in lambs[J]. *Frontiers in Microbiology*, 2018,9:1431.

[10] BULENT T,FILIZ A. The effects of age of lamb and parity of damand sex and birth type of lamb on suckling behaviours of Karayaka lambs[J]. *Small Ruminant Research*,2012,103:176-181.

[11] SANZ SAMPELAYO M R,HERNANDEZ-CLUA O D,NARANJO J A,*et al*. Utilization of goat milk vs. milk replacer for granadina goat kids[J]. *Small Rumi-nant Research*,1990,3(1):37-46.

[12] BOSI P,GREMOKOLINI C,TREVISI P. Dietary regulations of the intestinal barrier function at weaning[J]. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 2003, 16(4):596-608.

[13] 王桂秋,刁其玉,罗桂河,等.羔羊断奶日龄对生长和血清指标的影响[J].动物营养学报,2007,19(1):23-27.
WANG G Q,DIAO Q Y,LUO G H,*et al*. Effects of lamb weaned time on body growth and llood serum index[J]. *Chinese Journal of Animal Nutrition*,2015,27(2):436-447.

[14] SEVI A,CAROPRESE M,ANNICCHIARICO G,*et al*. The effect of a gradual separation from the m other on later behavioral,immune and endocrine alterations in artificially reared lambs[J]. *Applied Animal Behaviour Science*,2003,83(1):41-53.

[15] 付宇阳,白云峰,涂远璐,等.代乳品和开口料对哺乳中后期羔羊生长性能、血清生化指标和营养物质表观消化率的影响[J].动物营养学报,2017,29(3):1056-1064.
FU Y Y,BAI Y F,TU Y L,*et al*. Milk replacer and starter on growth performance,serum biochemical indexes and nutrient apparent digestibility of lambs during mid-late lactation[J]. *Chinese Journal of Animal Nutrition*,2017, 29(3):1056-1064.

[16] 岳喜新,刁其玉,马春晖,等.饲喂代乳粉对羔羊生长性能和血清生化指标的影响[J].饲料工业,2011,32(1):20-23.
YUE X X,DIAO Q Y,MA CH H,*et al*. Effects of feeding milk replacer on growth performance and serum biochemical indices of lambs[J]. *Journal of Dairy Science*,2011, 32(1):20-23.

[17] 曹少奇.早期断奶对哈萨克羔羊生产性能及胃肠道发育的影响[D].新疆石河子:石河子大学,2016.
CAO SH Q. Effect of early weaning on the growth and development of gastrointestinal of lambs[D]. Shihezi Xinjiang:Shihezi University,2016.

[18] 柴建民,刁其玉,屠　焰,等.早期断奶时间对湖羊羔羊组织器官发育、屠宰性能和肉品质的影响[J].动物营养学报,2014,26(7): 1838-1847.
CHAI J M,DIAO Q Y,TU Y,*et al*. Effects of early weaning time on tissue and organ development,slaughter performance and meat quality of Hu lambs[J]. *Chinese Journal of Animal Nutrition*,2014,26(7): 1838-1847.

[19] 侯志军.无角多赛特和蒙古羊感染细颈线虫后细胞免疫动态比较研究[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2005.
HOU ZH J. Study on the infection rule and the habitus of the cell immunituy when the Dorset and Mongolia Sheep was infected by the nematodirus[D]. Huhhot:Inter Mongolia Agricultural University,2005.

[20] 刘　婷,李发弟,李　冲,等.断奶时间对不同日龄湖羊羔羊瘤胃形态及表皮生长相关基因表达的影响[J].动物营养学报,2016,28(5):1384-1393.
LIU T,LI F D,LI CH,*et al*. Effects of weaner time on rumen morphology and gene expressions involved in rumen epidermis growth of Hu lambs at different days of age[J]. *Chinese Journal of Animal Nutrition*,2016,28(5):1384-1393.

[21] KOSGEY I S,BAKER R L,UDO H M J,*et al*. Successes and failures of small ruminant breeding programmes in the tropics:a review[J]. *Small Ruminant Research*,2006,61(1):13-28.

[22] 马志远,李　飞,李发弟,等.早期断奶对湖羊羔羊生长性能及胃肠道发育的影响[J].动物营养学报,2015,27(5):1385-1393.
MA ZH Y,LI F,LI F D,*et al*. Effect of early weaning on performance and gastrointestinal tract development of Hu lambs[J]. *Chinese Journal of Animal Nutrition*,2015, 27(5):1385-1393.

[23] LESMEISTER K E,TOZER P R,HEINRICHS A J. Development and analysis of a rumen tissue sampling procedure[J]. *Journal of Dairy Science*,2004,87(5):1336-1344.

[24] NEMATI M,AMANLOU H,KHORVASH M,*et al*. Rumen fermentation,blood metabolites,and growth performance of calves during transition from liquid to solid feed:effects of dietary level and particle size of alfalfa hay[J]. *Journal of Dairy Science*,2015,98(10):7131-7141.

[25] STOBO I J,ROY J H,GASTON H J. Rumen development in the calf. 1. The effect of diets containing different proportions of concentrates to hay on rumen development [J]. *The British Journal of Nutrition*,1966,20(2):171-188.

Effects of Different Weaned Days of Age on Production Performance, Internal Organ Development and Morphological Structure with Rumen Papillae of Hu Lambs

XU Jianfeng[1], WANG Yanyan[1], GAO Bo[1], XIE Wenzhang[2], DONG He[1], GUO Hailong[1], CHENG Weiwei[1] and MEN Qi[1]

(1. Research Institute of Animal Husbandry and Veterinary of Gansu Province, Pingliang Gansu 744000, China;
2. Huanxian Animal Husbandry Technology Extension Center, Huanxian Gansu 745700, China)

Abstract 132 Hu lambs were randomly divided into 30, 45, 60 days of age weaner group and control group which were reared to 75 days of age by ewe. The experiment was conducted to study effect of different weaned days of age on growth and slaughter performance, internal organ development and morphological structure with rumen papillae, and to screen suitable weaning time of Hu lambs. The result indicated that 30 and 45 days of age weaner groups grew more slowly during early stage, but the growth accelerated after 60 days of age compared with control group, and 45 days of age weaner group was the fastest in mass gain. Live mass and carcass mass for 140 days of age, and rumen papilla height and width for 30 and 45 days of age weaner groups were significantly higher than 60 days of age weaner group and control group, and 45 days of age weaner group was the greatest. There was no significant difference in dressing percentage, pure meat percentage, heart, liver, rumen and small intestine mass among all the groups, but 45 days of age weaner group was higher than the other three groups. In conclusion, early weaning is beneficial to facilitate growth and development of Hu lambs, and 45 days of age is the best weaning time.

Key words Hu lamb; Weaned days of age; Milk replacer; Production performance; Rumen development

Received 2020-03-11 **Returned** 2020-05-12

Foundation item Scientific and Technological Project of Gansu Department of Agriculture and Animal Husbandry(No. GNKJ-2018-1).

First author XU Jianfeng, male, associate research fellow. Research area: livestock production and molecular biology. E-mail: 710401384@qq.com

(责任编辑:顾玉兰 **Responsible editor:GU Yulan**)