DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2017.11.006

甘孜州藏猪内脏器官发育特征研究①

黄文耀[1]，　张鏸予[2]，　李　平[3]，　余先琼[4]，
吴建平[3]，　刘海峰[1]，　帅素容[1]

1. 四川农业大学 动物遗传育种研究所，成都 611130；2. 四川省巴中市 恩阳区畜牧工作站，四川 巴中 636600；
3. 甘孜藏族自治州 畜牧业科学研究所，四川 康定 626000；4. 四川省稻城县农牧局，四川 稻成 627750

摘要：以甘孜藏族自治州放牧藏猪为研究对象，从增加体质量组织结构 2 个方面分析研究了藏猪内脏器官的生长发育特征. 结果表明：甘孜州藏猪内脏器官的生长发育表现出与高海拔、缺氧、寒冷、自寻觅食等恶劣环境相适应的特征，具有独特的发育规律，各内脏器官成熟顺序从早到晚依次为肺脏、胰腺、小肠、肾脏、肝脏、心脏、胃、大肠；胰腺的生长与机能分化发育同步，至 7 月龄时基本成熟；肝、胃、小肠的生长高峰期均在 3 月龄以前，肝的组织结构在 7 月龄时基本稳定，胃和小肠的组织结构到 10 月龄时基本稳定；大肠至 13 月龄尚未达到生长高峰.

关　键　词：藏猪；内脏器官；发育特征
中图分类号：S828　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：1673-9868(2017)11-0037-08

藏猪是我国 78 个国家级重点保护畜禽品种之一，也是唯一一个高原放牧小型猪种. 藏猪主产于青藏高原，主要分布在海拔 2 000 m 以上的半山和高山地带，四川的甘孜藏族自治州、阿坝藏族羌族自治州均有广泛分布. 特殊的地理、气候、人文环境形成了西藏林芝猪、甘肃合作猪、云南迪庆藏猪等各具特色的类群. 藏猪耐粗饲，适应性、抗逆性和抗病力强，皮薄、胴体瘦肉率高、肉质鲜美[1-2]，既是不可多得的育种素材，也是开发高档绿色肉品的优质资源；藏猪体型特小，与人的解剖结构、生理特性等极其相似，又是人类医学和生物学研究中理想的实验动物之一.

因藏猪分布偏远、生长缓慢、产量有限，对其研究较少[3-4]. 本文以甘孜藏族自治州放牧藏猪为研究对象，从生长发育、组织结构 2 个方面分析研究藏猪内脏器官的生长发育特征，为全面了解和掌握藏猪种质特性积累基础资料，并为研制藏猪养殖综合配套技术提供科学依据.

1　材料与方法

1.1　试验材料

在甘孜藏族自治州稻城县木拉乡藏猪自然保护区选择品种特征明显、生长发育良好、不同生长阶段的放牧藏猪 19 头进行内脏器官的测定分析，试验猪只详细信息见表 1.

① 收稿日期：2016-07-04
基金项目：四川省科技支撑计划项目；四川农业大学与甘孜州校州合作项目.
作者简介：黄文耀(1990-)，男，福建泉州人，硕士研究生，主要从事动物遗传育种与繁殖研究.
通信作者：帅素容，教授.

表1 试验猪只基本信息

生长发育阶段	3月龄	5月龄	7月龄	10月龄	13月龄
样本数量/头	4	5	4	3	3
平均体质量/kg	4.02±0.43	7.04±0.41	13.00±1.19	21.26±0.72	28.30±0.90

1.2 试验猪的屠宰方法

将试验猪只买回屠宰场禁食24 h(只供水),空腹称质量,心脏放血法屠宰.

1.3 内脏器官质量测定方法

宰后开膛,完整地取出、分离腹腔各内脏器官,清除消化器官内容物,剥离内脏器官外的包膜、系膜等,吸干血水,称质量.

1.4 内脏器官组织学测定方法

用利剪取肝小叶(0.5×0.5×0.2) cm^3、胰右叶(0.5×0.5×1) cm^3、胃底腺区2 cm^2、十二指肠中段1～2 cm^2、空肠中段1～2 cm^2 的组织块,生理盐水(0.9% NaCl溶液)漂洗净,10%中性甲醛水溶液固定24 h,用常规石蜡切片法制成厚度为6 μm 的石蜡切片,H-E染色,Nikon电子显微成相系统记录、分析组织结构的发育性变化.

1.5 数据处理方法

用SAS(Statistical Analysis System)统计软件包中重复数不等的GLM(Generalized Linear Model)程序计算不同月龄各内脏器官质量的最小二乘均数,对各内脏器官质量相对稳定时间进行SNK(Student Newman Keuls)均数差异检验,用下列公式计算各器官的生长系数 C 和相对生长系数.

$$C=\frac{W_1}{W_0}\times 100\%$$

式中:W_1 为某月龄质量,W_0 为初生体质量.

$$\text{相对生长系数}(\%)=\frac{(C_1)\text{个别器官的生长系数}}{(C_2)\text{全部器官的生长系数}}\times 100\%$$

$$C_1=\frac{\text{某月龄所测器官的质量}}{\text{3月龄该器官质量}}\times 100\%$$

$$C_2=\frac{\text{某月龄体质量}}{\text{3月龄体质量}}\times 100\%$$

以空腹质量为自变量,各内脏器官质量为因变量,依照分化生长方程

$$Y=bX^a$$

Y 为所研究器官的质量,X 为整体减去所研究器官后的质量,b 为所研究器官的相对质量,a 为分化生长率.

利用SAS软件包的REG(Regression)程序计算各内脏器官分化生长系数 a,再根据 a 值大小判断组织器官的成熟顺序,$a>1$ 为晚熟器官,$a=1$ 为中熟器官,$a<1$ 为早熟器官.

2 结果与分析

2.1 内脏器官的生长发育

2.1.1 体质量与内脏器官的质量变化

对不同月龄藏猪空腹体质量和内脏器官质量测定结果见表2.

由表2可见,除胰腺外,其他内脏器官随月龄增加质量持续增长,且各月龄间差异具有统计学意义($p<0.05$);胰腺在7月龄以前持续增加质量、各月龄质量差异具有统计学意义($p<0.05$),7月龄以后增加质量缓慢、各月龄间差异不具有统计学意义.说明藏猪7月龄时胰腺已基本发育成熟,其他内脏器

官到 10 月龄后仍在持续增加质量.

表 2　藏猪各月龄体质量及主要内脏器官质量

生长阶段/组织器官	3 月龄	5 月龄	7 月龄	10 月龄	13 月龄
体质量/kg	4.02±0.43a	7.04±0.41b	13.00±1.19c	21.26±0.72d	28.30±0.90e
心脏/g	19.94±1.23a	35.56±1.29b	59.32±2.01c	82.20±0.98d	124.51±3.21e
肝脏/g	117.56±11.9a	162.95±11.08b	287.23±22.01c	448.67±17.91d	647.67±13.36e
肺脏/g	96.34±2.65a	107.53±2.36b	157.35±3.01c	210.97±3.68d	295.61±3.84e
胃/g	73.42±2.07a	118.72±3.27b	219.72±8.01c	346.22±3.12d	453.33±10.25e
胰腺/g	5.29±0.31a	10.93±0.41b	20.92±0.23c	21.73±0.85c	22.78±0.74c
肾脏/g	14.87±0.95a	27.60±1.02b	39.67±1.65c	67.21±1.38d	78.95±2.04e
小肠/g	125.00±17.32a	207.80±18.34b	298.00±3.45c	426.00±10.31d	613.33±7.63e
大肠/g	115.50±6.4a	219.60±6.14b	453.25±10.71c	939.67±2.25d	1194.33±31.25e

注：同行字母相同表示差异不具有统计学意义，不同表示差异具有统计学意义($p<0.05$).

2.1.2　内脏器官的相对生长

为了解藏猪内脏器官随月龄变化的生长强度，本研究测定了各内脏器官的生长系数(表 3)；为进一步了解各内脏器官与整体之间的关系，测定了各内脏器官的相对生长系数(表 4)，并分析了相对生长系数的变化趋势.

表 3　内脏器官的生长系数　　%

生长阶段/组织器官	3 月龄	5 月龄	7 月龄	10 月龄	13 月龄
体质量	804.00	1 408.00	2 600.00	4 252.00	5 660.00
心脏	3.99	7.11	11.86	16.44	24.90
肝脏	23.51	32.59	57.45	89.75	129.53
肺脏	19.27	21.51	31.47	42.19	59.12
胃	14.68	23.74	43.94	69.24	90.67
胰腺	1.06	2.19	4.18	4.35	4.56
肾脏	2.97	5.52	7.93	13.44	15.79
小肠	25.00	41.56	59.60	85.20	122.67
大肠	23.10	43.92	90.65	187.93	238.87

由表 3 可见，随月龄增长体质量和各内脏器官的生长强度不断加大，心、肺、胃、胰、肾生长强度平均月增量低于 10%，肝、小肠、大肠生长强度平均月增量大于 10%. 特别是胰腺在 7 月龄后已基本稳定；大肠 10 月龄后生长强度还非常大，这与藏猪适应低氧环境和放牧饲养密切相关.

表 4　内脏器官的相对生长系数　　%

生长阶段/组织器官	3 月龄	5 月龄	7 月龄	10 月龄	13 月龄
心脏	100	101.81	91.98	77.94	88.69
肝脏	100	79.15	75.55	72.17	78.26
肺脏	100	63.73	50.51	41.41	43.59
胃	100	92.34	92.54	89.17	87.71
胰腺	100	118.00	122.29	77.67	61.17
肾脏	100	105.98	82.47	85.45	75.40
小肠	100	94.92	73.72	64.44	69.70
大肠	100	108.56	121.35	153.83	146.88

从表4和图1可知，藏猪的肝、肺、胃、小肠在3月龄后生长速度小于整体；心、肾5月龄时的生长快于整体，之后小于整体；胰腺7月龄及以前的生长速度大于整体，之后小于整体；大肠的生长速度一直高于整体，10月龄时达到最大(153.83%)．表明在8个内脏器官中，肝脏、肺脏、胃和小肠的生长发育相对较早，心脏、胰腺和肾脏的生长发育居中，大肠的生长发育较晚，这与藏猪适应高寒缺氧、随月龄增加采食牧草等食物的量不断加大密切相关．

2.1.3 内脏器官的分化生长

根据分化生长方程

$$Y=bX^{a}$$

计算各内脏器官的分化生长率，如表5.

表5 藏猪各内脏器官分化生长系数

组织器官/有关数值	心脏	肝脏	肺脏	胃	胰腺	肾脏	小肠	大肠
a	0.888	0.877	0.567	0.932	0.753	0.836	0.768	1.204
Sa	0.026	0.035	0.035	0.019	0.069	0.027	0.031	0.035
$R2$	0.986	0.973	0.939	0.993	0.875	0.982	0.928	0.986

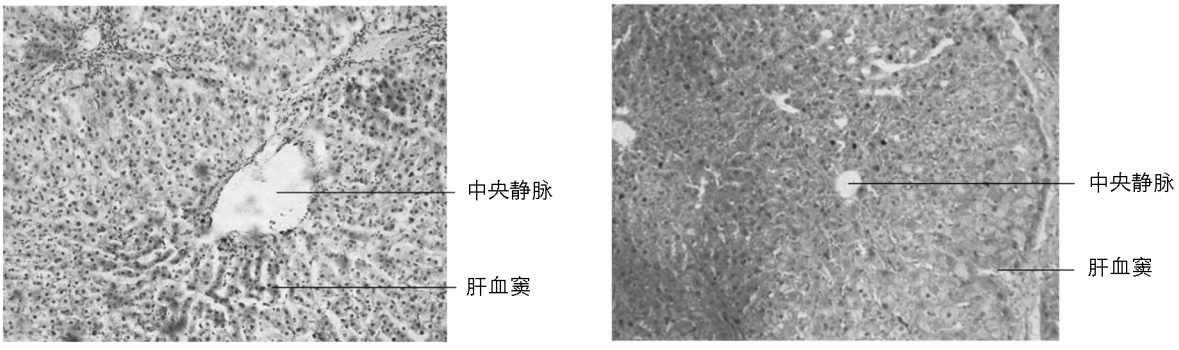
注：a 为分化生长率，Sa为 a 值的标准误，R^2 为决定系数．

由表5可见，所测内脏器官分化生长率的标准误均小于0.1、决定系数均大于0.9，说明计算结果能正确反映研究对象的真实情况．从分化生长率的大小判断，藏猪的肺为最早熟器官，大肠为最晚熟器官，各内脏器官的成熟顺序从早到晚依次为肺脏、胰腺、小肠、肾脏、肝脏、心脏、胃、大肠．

2.2 消化器官组织结构的发育性变化

2.2.1 肝脏组织的发育性变化

通过石蜡切片对藏猪不同月龄肝脏组织结构的分析结果表明，3月龄、5月龄时未见相对稳定的肝脏组织结构；7月龄时肝小叶明显，中央静脉和肝血窦大，之后肝小叶变大，肝血窦变小(图1)．表明藏猪肝脏发育至7月龄时已基本稳定，之后随月龄增长肝细胞增大，肝小叶变大、变致密．

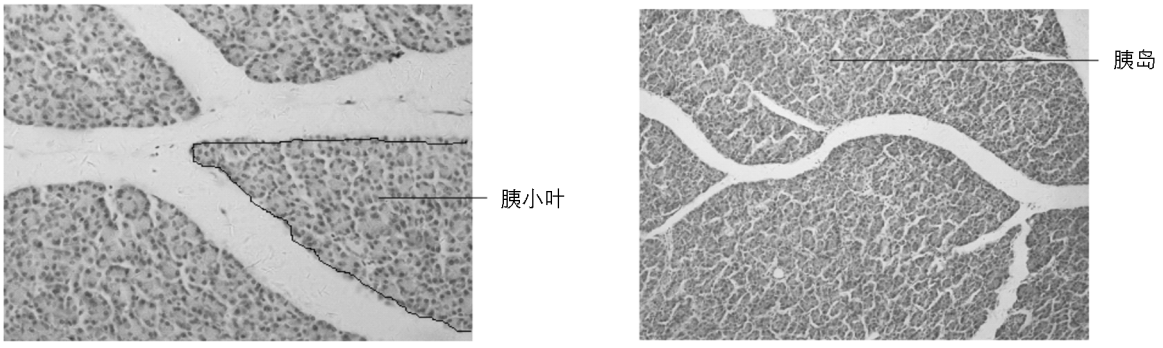


(a) 7月龄肝脏切片 (b) 10月龄肝脏切片

图1 藏猪肝脏组织切片×100

2.2.2 胰腺组织的发育性变化

比较分析各月龄藏猪胰腺组织切片发现，在5月龄及以前，胰小叶较小、间隙较大，腺实质多为腺细胞形成的小管、小泡或小细胞团，有明显的胰岛．随着月龄增长，胰小叶逐渐增大、小叶间间隙逐渐变窄、腺实质越来越致密，胰岛越发明显，7月龄后保持相对稳定(图2)．说明藏猪胰腺到7月龄时已基本发育成熟．



(a) 5月龄胰腺组织切片　　(b) 7月龄胰腺组织切片

图 2　藏猪胰腺组织切片×100

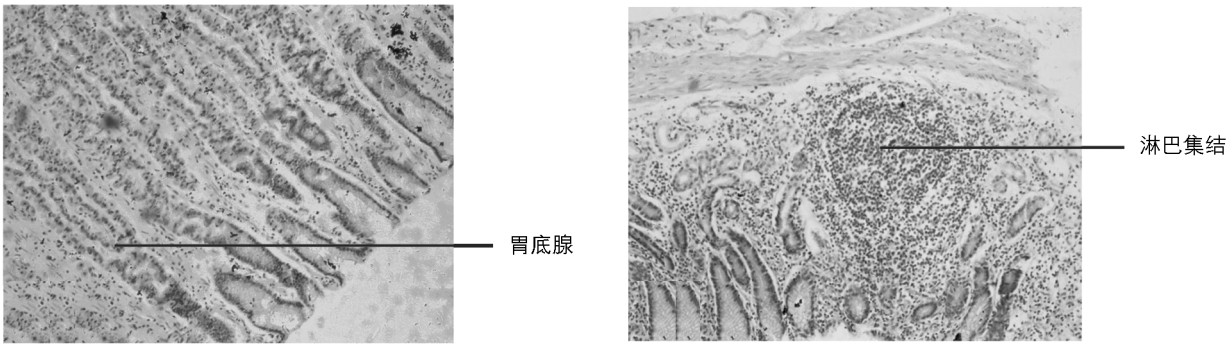
2.2.3　胃组织结构的发育性变化

为了全面了解藏猪胃的发育情况，利用 IPP5.1 软件测定了每个个体胃的 3 个不同位置的胃粘膜厚度，比较分析了各月龄胃底组织结构. 结果表明，10 月龄前随月龄增加胃粘膜厚度逐渐增厚，10 月龄后变薄，各月龄间胃粘膜厚度差异具有统计学意义(表 6)($p<0.05$). 随月龄增长，胃小凹逐渐增大、胃底腺变长并逐渐融合(图 3(a))，10 月龄时出现淋巴集结(图 3(b))，10 月龄后变化不大. 说明藏猪胃到 10 月龄时发育已基本成熟.

表 6　胃底腺区粘膜厚度测量结果

月龄	3	5	7	10	13
胃粘膜厚/μm	870.24±45.17a	1 290.06±54.53a	1 689.51±39.67b	2 124.66±44.14c	1 024.54±40.54d

注：同行字母相同表示差异不具有统计学意义，不同表示差异具有统计学意义($p<0.05$).



(a)　　(b)

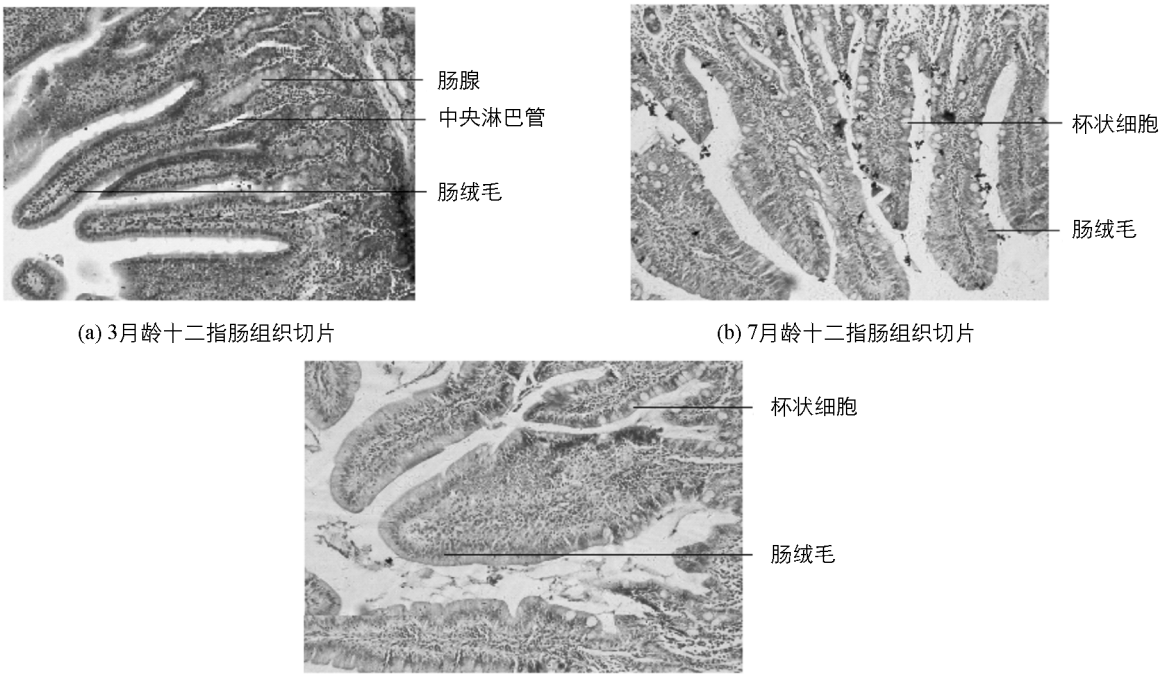
图 3　10 月龄藏猪胃底部切片 ×100

2.2.4　十二指肠组织结构的发育性变化

藏猪十二指肠肠壁较薄，随月龄增加肠绒毛由细长光滑的长指形变为宽大粗糙的不规则状，肠腺和杯状细胞逐渐增多，10 月龄以后变化很小(图 4). 说明藏猪十二指肠发育到 10 月龄时已基本成熟.

2.2.5　空肠组织结构的发育性变化

藏猪空肠内绒毛密集、肠腺发达，绒毛上皮杯状细胞较少；随月龄增长，肠绒毛由表面光滑、排列规则的短指状向表面粗糙、宽大的叶片状发展，10 月龄以后无明显变化(图 5). 表明 10 月龄时空肠发育基本成熟.



(a) 3月龄十二指肠组织切片　(b) 7月龄十二指肠组织切片

(c) 10月龄十二指肠组织切片

图4　藏猪十二指肠组织切片×100

3　讨　论

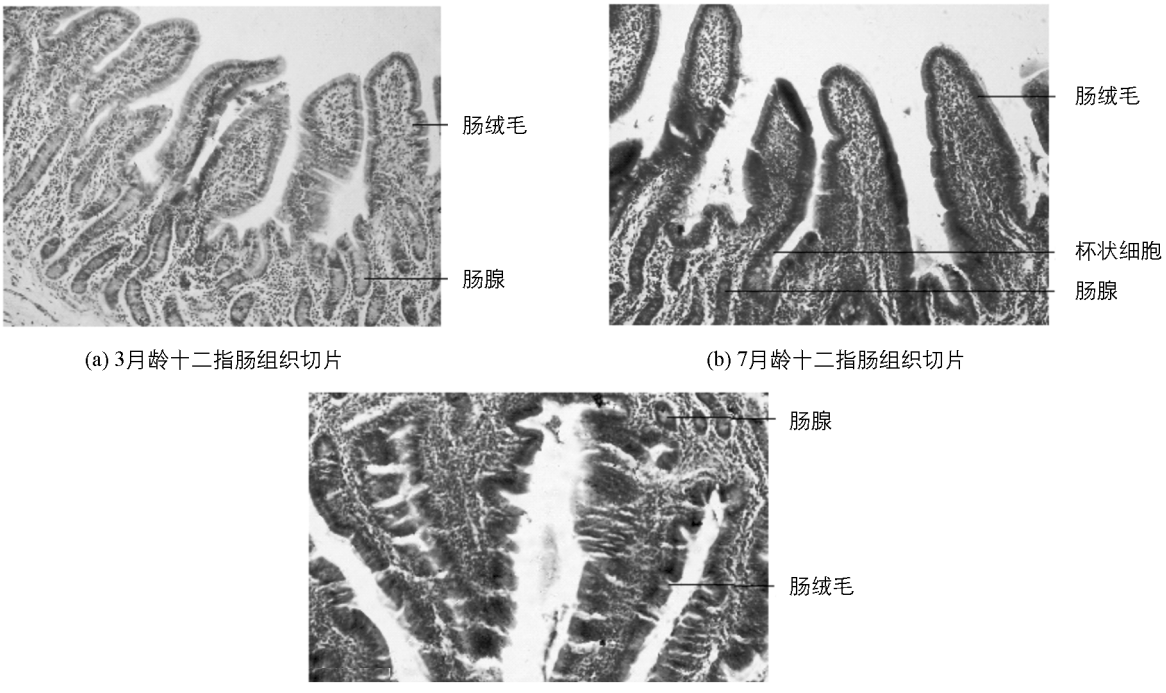
3.1　甘孜州藏猪与其他猪品种内脏器官发育的差异

不同品种猪内脏器官生长发育的特征各不相同(表7)[5-9]，如长白猪内脏器官早熟顺序从早到晚依次为肾、心、小肠、胰、胃、肝、大肠[5]，荣昌猪为肾、心、肝、小肠、胰、肺、胃、大肠[8]，合作猪为小肠、肝、肾、肺、脾、胃、心、大肠[9]等.

表7　不同品种猪内脏器官分化生长系数表

品　种	各内脏器官分化生长系数							
	肾	心	小肠	肺	胰	胃	肝	大肠
长白猪	0.585	0.638	0.648	0.665	0.688	0.719	0.870	0.896
江西乐平花猪	0.895	0.816	0.945	0.894	1.079	1.187	0.979	1.297
荣昌猪	0.850	0.864	0.961	1.021	1.005	1.057	0.898	1.297
大花白猪	0.765	0.783	0.772	0.926	0.961	1.004	0.895	1.098
东北民猪	0.663	0.826	0.344	0.819	0.839	0.797	0.672	0.970
版纳微型猪	0.49	0.675	0.166	0.462	0.538	0.540	0.588	0.656
合作猪	0.952	1.02	0.49	0.973	/	1.016	0.726	1.186
甘孜州藏猪	0.836	0.888	0.768	0.567	0.753	0.932	0.877	1.204

本文研究的甘孜州藏猪内脏器官早熟顺序从早到晚依次为肺、胰腺、小肠、肾脏、肝脏、心脏、胃、大肠，与上述报道均不相同，特别是与合作猪有较大差异. 这可能是因为杨联等[9]报道的合作猪是圈养于18～25 ℃的栏舍中，用乳猪颗粒料和育肥料饲喂；本文研究的猪是在年均气温7 ℃～12 ℃、海拔2 800 m～3 200 m的半山地带全放牧、少量补饲的甘孜州藏猪，内脏器官生长发育表现出与高海拔、缺氧、寒冷、自寻觅食等恶劣环境相适应的特征[10-11]. 说明猪内脏器官生长发育与生存环境、饲养方式、食物结构等密切相关，支持文献[12－14]的观点.



(a) 3月龄十二指肠组织切片　　(b) 7月龄十二指肠组织切片

(c) 10月龄空肠组织切片

图 5　藏猪空肠组织切片×100

3.2　甘孜州藏猪消化器官增加质量与其组织结构之间的关系

猪消化器官发育的早期以繁殖生长(增加质量)为主，形态结构不稳定，基本结构形成以后以机能分化为主. 对甘孜州藏猪消化器官增加质量、生长系数、组织结构的综合分析结果表明，胰腺在 7 月龄以后增加质量缓慢、生长系数基本不变、组织结构基本稳定，说明胰腺的生长与机能分化发育同步. 随月龄增加，大肠的生长速度一直大于整体，说明甘孜州藏猪大肠的生长与机能分化在本测定期内尚不稳定，有待延长测定月龄继续研究. 肝脏、胃和小肠随月龄增长不断增加质量、生长系数增大，相对生长系数自 3 月龄后趋于减小，肝脏的组织结构在 7 月龄时基本稳定，胃和小肠的组织结构至 10 月龄时基本稳定，说明甘孜州藏猪的肝脏、胃、小肠等消化器官的生长高峰期都在 3 月龄以前，其机能分化却在 7 或 10 月龄才基本稳定，这可能与甘孜州藏猪放牧、粗饲有关[15]. 目前未见猪消化器官增加质量与其组织结构之间关系的报道，其中原由有待进一步研究.

4　结　论

通过对甘孜州藏猪的内脏组织质量统计和组织石蜡切片观察，本研究发现藏猪的各内脏器官成熟早晚顺序依次为肺脏、胰腺、小肠、肾脏、肝脏、心脏、胃、大肠. 对不同时期消化器官组织切片观察，发现肝脏和胰腺在 5 月龄之前组织结构变化大，7 月龄时胰腺和肝脏已基本发育成熟. 而胃，十二指肠，空肠在 7 月龄之前组织结构变化大，10 月龄时发育基本成熟. 与其他猪种的内脏器官发育相比，藏猪的独特发育规律与其适应高海拔、缺氧、寒冷、自寻觅食等恶劣环境密切相关.

参考文献：

[1]　张仲葛，李炳坦，陈效华. 中国猪品种志 [M]. 上海：上海科技出驻社，1986.

[2]　张　建，曾勇庆. 西藏藏猪的生物学特性、传统养殖与特色产业的发展 [J]. 猪业科学，2012，29(5)：128－130.

[3]　唐建华，冯　静，陈晓英，等. 藏猪种质资源保护与利用研究 [J]. 养猪，2016，31(1)：68－70.

[4]　李明秀. 四川甘孜州藏猪保种现状及改进措施 [J]. 现代农业科技，2012，40(22)：260－261.

[5]　王性善，陈润生，汪嘉燮. 东北民猪、长白猪和三江白猪主要组织异速生长模式的研究 [J]. 东北农学院学报，1981，12(2)：13－22.

[6] 朱正义，朱年华. 乐平花猪种质特性研究 [J]. 江西畜牧兽医杂志，1994，13(1)：27－31，35.
[7] 连林生，王鹤云，徐家珍，等. 版纳微型猪的生物学特性 [J]. 上海实验动物科学，1993，13(4)：185－191.
[8] 郭宗义，龙世发，欧秀琼. 荣昌猪瘦肉型品系生长发育研究：猪的组织与器官的生长 [J]. 畜牧与兽医，1996，28(5)：213－214.
[9] 杨 联，刘孟洲，汪晓娟，等. 合作猪内脏器官生长发育研究 [J]. 中国畜牧杂志，2008，44(13)：5－8.
[10] 周 琳，王蜀金. 藏猪生理学研究进展 [J]. 家畜生态学报，2014，35(7)：7－12.
[11] 白玛央宗，商 鹏，刘金凤，等. 藏猪肺组织与高原低氧适应性的初步研究 [J]. 湖北农业科学，2012，51(13)：2776－2779.
[12] 陈宏权，蒋模有，余金霞. 不同饲养水平对皖南花商品肉猪增重和消化器官的影响 [J]. 畜牧与兽医，1987，19(6)：241－242.
[13] 杨雪梅，吕学斌，何志平，等. 藏猪内脏器官和消化系统生长发育研究 [J]. 养猪，2009，24(3)：41－43.
[14] 程泽信，魏鹏义，罗维坤，等. 野猪与长白猪内脏器官的解剖学比较分析 [J]. 金陵科技学院学报，2014，30(4)：83－85.
[15] 李江凌，陈晓晖，刘 锐，等. 藏猪耐粗饲特性及其生化机理研究 [J]. 中国猪业，2015，10(2)：70－72.

The Characteristics of the Development of the Visceral Organs of the Tibetan Pig in Ganzi of Sichuan

HUANG Wen-yao[1], ZHANG Hui-yu[2], LI Ping[3], YU Xian-qiong[4], WU Jian-ping[3], LIU Hai-feng[1], SHUAI Su-rong[1]

1. *Animal Breeding and Genetics Research Institute of Sichuan Agricultural University, Chengdu 611130, China;*
2. *Animal Husbandry Station of Enyang District, Bazhong Sichuan 636600, China;*
3. *Animal Husbandry Science Institute of Ganzi Prefecture, Kangding Sichuan 626000, China;*
4. *Agricultural and Animal Husbandry Bureau of Daocheng County, Daocheng Sichuan 627750, China*

Abstract: In a study reported in this paper, the development characteristics of the visceral organs of the Tibetan pig in Ganzi Prefecture of Tibetan Autonomous Region were investigated from the respect of their weight gain and organization structure. The results showed that the Tibetan pig had to adapt to the harsh environments-high altitude, hypoxia, cold and self-foraging-in Ganzi, the growth and development of its visceral organs were quite unique in character. Of its visceral organs the lung matured the earliest, followed in order by the pancreas, the small intestine, the kidney, the liver, the heart, the stomach and the large intestine. The growth of the pancreas occurred synchronically with its functional differentiation and this organ matured when the pig was , 7 months old. The growth peaks of the liver, the stomach and the small intestine appeared before the pig was 3 months old, and the organization structure was basically steady when the pig was 7 months old. The organization structures of the stomach and the small intestine were stabilized when the pig was 10 months old while the large intestine kept growing at 13 months.

Key words: Tibetan pig; visceral organ; development characteristic

责任编辑 夏 娟