

兔肌纤维组织特性对肉品质影响的研究进展

郑洁, 邝良德, 张翔宇, 杨超
(四川省畜牧科学研究院, 成都 610066)

摘要:肌纤维是肌肉的基本单位。在一定条件下(如营养、年龄、性别、运动等),肌纤维组织特性通过肌纤维生长发育以及肌纤维类型的相互转化,使不同类型的肌纤维具有不同的收缩、代谢等特性,并且使由不同类型肌纤维组成的肌肉也存在较大的差异性,最终影响肌肉品质。本文对肌纤维的组成、分类、发育及分化对肉品质的影响以及相关基因的研究等方面进行了综述。

关键词:家兔;肌纤维;肉品质

肌肉是家畜胴体中最主要的组成部分,而肌肉是由其基本单位——肌纤维组成。1909年Water(Joubert)^[1]第一个开始把肌纤维用于肉品质上的研究。1940年McMeekan首次将猪的肌纤维度量用于研究猪的生长发育。1963年Carpter等^[2]对猪的肌纤维研究,发现随着肌纤维的直径增大,肌肉的细嫩度相应地降低。随着国内外对此研究的深入,现已证明,肌肉的组织学特性是影响肌肉品质的组织学基础,是评定肌肉品质的一项重要指标,其可以通过肌纤维直径和肌纤维密度来衡量。

1 肌纤维的组成与分类

1.1 肌纤维的组成

肌纤维是组成肌肉的基本单位,每条肌纤维就是一个肌细胞。成年家兔肌纤维呈细长圆形,直径约为30 μm ,长度可达若干厘米,多核细胞,细胞核常位于肌纤维的边缘。肌纤维之间由肌内膜围绕隔开,大约20~300条肌纤维聚集成肉眼可见的肌束,在肌肉中呈纵向排列。肌纤维由细胞膜、肌浆、细胞核及大量的肌原纤维组成。肌原纤维是肌纤维中含量最高的成分,并随着家兔生长发育其所占的比例也发生变化,成年兔的肌原纤维约占肌纤维的70%,由粗肌丝和细肌丝组成,粗肌丝的成分是肌球蛋白,细肌丝的主要成分是肌动蛋白,辅以原肌球蛋白和肌钙蛋白。肌原纤维每相邻两种Z线之间的部分为一个肌节,肌节是肌肉收缩和舒张的最小收缩单位。肌浆约占肌纤维的30%,是肌纤维的细胞质,内含大量的水溶性蛋白质、酶、糖元和ATP。初生兔的肌原纤维就有比较典型的肌节结构,初生至12周龄时肌节结构无明显差异^[3]。

1.2 肌纤维的分类

肌纤维因其具有异质性,使形成的肌肉组织具有不同特性和功能,从而导致肉品质的差异。由于肌纤维高度分化,根据其形态、功能和生理生化特性可将其分为不同类型,但是分类方式的不同,其命名也不同。

目前常用的分类方式是按照肌纤维的氧化能力和收缩特性,结合MYHC(Myosin heavy chains)异构体表达特性分为四个亚型^[4],即慢速氧化型肌纤维(I型)、快速氧化型(IIa型)、快速酵解型(IIb型)和中间型(IIx型)。其中IIa型纤维、IIb型纤维和IIx型纤维又统称为II型肌纤维。

I型纤维含有较多的线粒体和肌红蛋白,由于氧合肌红蛋白呈红色,外观呈红色,因而又称为红肌纤维。红肌纤维从有氧代谢获取能量,但是与肌纤维收缩能力强度有关的ATP酶的活性较低,因此红肌纤维的收缩慢而持久。IIa型纤维糖原的含量也较高,它既可以依赖糖酵解供能,也可以通过糖的有氧化供能,由于其含有一定数量的肌红蛋白,外观颜色较红。IIb型纤维中细胞色素或肌红蛋白含量较少,外观呈白色,又称为白肌纤维。白肌纤维线粒体含量较少,糖原含量较高,ATP酶和糖酵解酶系的活性很高,而有氧代谢酶的活性很低,几乎全部从厌氧代谢获取能量,因而白肌纤维的收缩快但不能持久,易疲劳。IIx型纤维是一种中间型肌纤维,其收缩特性和代谢特征介于IIa与IIb纤维之间,外观呈粉红色。兔肌肉的颜色比较特殊,大部分肌肉呈白色,小部分肌肉的颜色呈红色。在很多动物,从肉眼观察并不能分清白肌或红肌,但在兔体,特别是新屠宰的兔体,可以分得很清楚。最典型的是大腿

内侧的内收肌为发达的白肌,其内包裹着一根红色的肌肉柱是半腱肌,从横断面看,就好像白色木质铅笔裹着红色笔芯一样^[9]。

2 兔肌纤维的生长发育对肉品质的影响

肌纤维的组织特征与肉品质特性密切相关,而肌纤维的组织特征是随着肌纤维的发育而不断变化的。肌纤维的发育过程主要分为生长期、稳定期和衰老期3个阶段。生长期是指肌肉从胚胎期到出生后成熟前的肌纤维横截面的增大、肌纤维质量的增加和肌纤维类型的转化过程;成熟期是肌纤维在成熟至衰老前的生长平台期,表现为肌纤维质量、纤维直径以及纤维类型恒定不变,衰老期是指伴随着老龄化的进程,肌纤维质量减少肌肉萎缩的阶段。研究发现,兔肌纤维的数量在出生后就已经基本恒定,但是肌纤维的直径的增大和肌纤维类型的转化率等是随着家兔生长发育而不断变化的。

2.1 兔肌纤维的生长与肉品质

兔肌纤维的数量基本恒定,所以肌肉的增长主要与肌纤维直径和横截面积有关。初生兔肌纤维排列疏松,肌束表现不明显,肌内膜也较疏松,约1周后肌纤维排列才呈束状。初生兔肌纤维间间隙较大,排列不紧密,其间分布有多个或单个结缔组织细胞。初生兔肌纤维的横截面呈圆形,随着家兔生长发育,1周龄时横截面已呈多边形。兔肌纤维面积的累积生长呈线性生长,而肌纤维面积随体重变化的绝对生长曲线呈“S”形。俞荣林等发现,新西兰白兔在1周龄前肌纤维直径增长缓慢,但从1~6周龄肌纤维直径增长速度加快,初生至6周龄间的肌纤维直径增加近3倍,6~12周龄肌纤维直径变化不大,肌原纤维直径、每根肌原纤维所含肌丝数及肌原纤维比例也基本稳定。12周龄兔肌纤维基本成熟,此时肌纤维直径约为30 μm ,远小于猪肌纤维,为兔肉品质提供了良好的结构基础。邢华等^[6]试验表明不同周龄新西兰白兔肌肉(半腱肌)的剪切力随日龄增长而增大,嫩度在10~12周龄时趋于稳定。

2.2 兔肌纤维分化与肉品质

研究发现不同品种的家兔肌纤维类型转化规律基本一致,但是转化率不同。肌肉代谢束内肌纤维类型的组成直接影响全身肌肉量和肌肉品质。肌肉中氧化型纤维所占比例越大,酵解型纤维比例越小,肌肉品质就越高。

随着家兔生长发育,肌纤维类型不断发生着转化,出生时肌纤维主要由氧化型纤维组成,在生长过程中,

氧化型纤维比例不断减少,而酵解型纤维比例增加。兔不同类型肌纤维是典型的镶嵌分布。家兔初生时肌纤维组织学机构和超微结构尚未发育完善,并且相关酶系统也尚未分化完全,肌纤维仅有一种肌纤维类型,所有的肌纤维都含有均一的酶反应物。直到1周后才区分出不同的肌纤维类型。俞荣林^[9]认为新西兰白兔1~6周龄期间,红肌纤维类型的比例随着兔日龄的增加而增加。10~12周龄新西兰白兔背最长肌的红肌纤维比例略有下降,但是股二头肌的红肌纤维比例仍维持在较高的水平。中间型肌纤维的比例在1~8周龄期间,随周龄数的增加而减少。顾晓明等^[7]发现成年日本大耳白兔胸头肌和股直肌II a型纤维和II b型纤维约占90%以上,I型纤维不足10%。而兔锁头肌I型纤维、II a型纤维和II b型纤维所占比例比较接近。其原因可能是肌纤维的生长需要的肌动蛋白和肌球蛋白的大量合成,肌原纤维变粗,使其在肌纤维中的比例增加从而导致肌纤维直径变粗,肌纤维中肌浆比例下降。因此,6周龄前基本奠定了肌肉的生长发育和肉品质的组织学基础,期间给兔提供足够的蛋白质确保肌纤维中蛋白质合成,利于肌纤维的生长发育。

不同品种间和不同组织间的肌纤维构成存在的显著差异也是导致肉品质差异的重要原因。吴信生等^[8]对4种肉兔及杂交兔进行肌肉嫩度等肉品质性状测定发现,背最长肌嫩度剪切值在2.18~3.96kg之间,其中加利福尼亚兔嫩度剪切值最低,嫩度最好;腿肌嫩度剪切值在2.59~3.64kg,其中新西兰白兔腿肌剪切值最低,嫩度最好;张春园等^[9]认为美系獭兔肌肉剪切力、肌纤维直径显著高于比利时兔,具有肌纤维粗,系水力和剪切力高的特点;许世勇等^[10]对新西兰白兔、福建黄兔及其杂交组合进行肌肉剪切力等性状测定,结果表明:4个家兔群体的腿肌剪切力和背最长肌剪切力分别为25.11~40.44N和18.02~26.44N。其中,新西兰白兔公兔群体腿肌剪切力最低,而新西兰白兔母兔群体背最长肌剪切力最低。

3 兔肌纤维相关基因的研究

3.1 MyoD 基因家族

MyoD家族由4种结构上相关的基因成员组成:MyoD I(My-f3)、肌细胞生成素My-f4(Myog)、My-f5以及人体My-f基因,它们通过编码具螺旋-环-螺旋(bHLH)结构的蛋白产物来调节肌肉分化阶段特异性蛋白的表达,进而参与肌细胞的决定和分化^[11]。其中MyoD I与My-f5在成肌细胞增殖过程中表达它们调

控肌胚细胞与卫星细胞的增殖;MYOG 在分化末期表达,在肌胚细胞向肌细胞分化的过程中调节单个肌胚细胞与肌纤维的融合;Myf-6 在出生后表达。Myf-5 定位于 5 号染色体,而 MyoD I 定位于 2 号染色体上。邝良德等^[12]发现 84 日龄的齐卡巨型白兔体重极显著高于同日龄的加利福尼亚兔和齐兴肉兔,且 MyoG 表达量极显著高于加利福尼亚兔和齐兴肉兔。

3.2 肌肉生长抑制素 (myostatin, MSTN)

MSTN 又称 GDF-8, 是转化生长因子 β (TGF- β) 超家族中的一员,为骨骼肌生长发育的负调控因子。其活性的丧失或降低,会引起动物肌肉的过度发育,表现为双肌性状。

张柯^[13]对 6 个肉兔品种进行 MSTN 基因多态性及其与屠体性状的相关性分析,认为兔 MSTN 基因外显子 1 的 194bp 和外显子 2 的 445bp 的碱基突变显著影响兔 135 日龄、全净膛重、屠宰率和熟肉率。乔西波等^[14]对 9 个肉兔品系及其 37 个杂交组合进行研究,认为兔 MSTN 基因 5' 调控区 476 位点存在 1 处 T→C 的单碱基突变,该突变有增加活体重,提高胴体重、前腿重、背腰重、后腿重和皮重,同时降低肌肉滴水损失和熟肉率等有利遗传效应,鉴定出兔 MSTN 基因 5' 调控区 SNP 位点,此位点的变异影响肌肉的熟肉率、滴水损失和部分屠体性状,可开发为用于家兔肉用性能选育的分子标记。邝良德等^[12]发现 84 日龄时,齐卡巨型白兔体重极显著高于加利福尼亚兔和齐兴肉兔,同时其背最长肌中 MSTN 基因表达量极显著低于加利福尼亚兔和齐兴肉兔。

4 展望

肌纤维是肌肉的基本单位,肌纤维组织学特性是畜禽肉品质的重要决定因素。在一定的条件下(如营养、年龄、性别、运动等),通过分子层面的调控手段,使兔肌纤维变大或者萎缩、促进肌纤维类型的转化等,都可以有效地改善兔肉品质。目前,虽然对兔肉品质相关基因控制肌纤维进而影响兔肉品质的研究还处在初

步阶段,但是随着分子生物学技术的发展,将为提高兔肉品质的综合育种提供有益的参考。

参考文献:

- [1] Joubert, D. M. A study of pre-natal growth and development in the sheep. J. Agric. Sci. Camb. 1956. 47, 382-428.
- [2] 王继英,王怀中,张印.猪肌纤维特性的研究进展[J].养猪,2004,03:46-48.
- [3] 俞荣林,石火英,吴云霞,等.新西兰白兔生后骨骼肌发育的超微结构及组织化学研究[J].中国养兔杂志,1995,04:22-27.
- [4] 沈林园,张顺华,吴泽辉,等.骨骼肌卫星细胞对肉品质的影响及其分化调控[J].遗传,2013,09:1081-1086.
- [5] 谷子林,秦应和,任克良.中国养兔[M].北京:中国农业出版社,2013:46.
- [6] 邢华,吴云霞,章世元,等.肉兔肌肉品质的研究[J].中国畜牧杂志,1995,02:25-26.
- [7] 顾晓明,周树夏,刘宝林,等.兔胸头肌、锁头肌和股直肌肌纤维的组织化学特点[J].第四军医大学学报,1989,03:164-168.
- [8] 吴信生,王金玉,林大光,等.四种肉兔及杂交兔屠宰性能和肉品质的研究[J].中国养兔,2001,06:20-24.
- [9] 张春园,杨富民.美系獭兔肉质特性及营养成分分析[J].甘肃农业大学学报,2011,05:128-131.
- [10] 许世勇,刘春,冯凯,等.新西兰白兔·福建黄兔及其杂交组合屠宰性能和肉品质的杂种优势分析[J].安徽农业科学,2012,11:6547-6549.
- [11] 郭云雁,王立贤,程笃学,等.猪肌纤维组织学特性研究进展[J].中国畜牧兽医,2007,08:49-52.
- [12] 邝良德,谢晓红,郑玉才,等.3个品种家兔肌肉 MSTN、MyoG 及肌纤维类型基因表达的比较研究[J].黑龙江畜牧兽医,2013,(21).
- [13] 张柯.家兔 MSTN 基因多态性及其与屠体性状的相关性分析[D].四川:四川农业大学,2011.
- [14] 乔西波,徐凯勇,李标,等.家兔肌肉生长抑制素基因多态性及其遗传效应分析[J].山东农业大学学报(自然科学版),2012,(2). ■