

特种野猪和普通家猪屠宰后的

pH值变化分析

王永辉 马俪珍* 张建荣 张亚杰

(山西农业大学食品学院 太谷 030801)

摘要: 本文对杂交野猪与普通家猪宰后连续92h内,每隔4h测定其pH的变化。结果表明:杂交野猪与普通家猪宰后的pH变化有一定差异,杂交野猪的起始pH值比普通家猪高;杂交野猪在屠宰后0~8h内pH下降速率较快,而普通家猪仅在宰后0~4h内pH下降速度快;杂交野猪宰后36h进入尸僵急速期,而普通家猪比杂交野猪提前4h(32h)进入尸僵急速期;杂交野猪在达到最大尸僵期后的40~44h的pH值变化较为缓慢,而普通家猪最大尸僵期后的36h~40h内变化较大;进入成熟期后,杂交野猪的最终pH值较高,这有利于提高肌肉的保水性、嫩度和风味,但不利于肉品保藏。

关键词: 特种野猪;普通家猪;pH值;变化

近年来,随着我国经济的高速发展,人们生活水平有了显著的提高,健康保健意识也有了明显的增强,对食品消费特别是动物性食品消费提出了更高的要求,所以迫切要求提高猪肉的品质与安全性,生产出“优质猪肉”;再有,我国已加入WTO,我国猪肉要想参与国际市场的竞争,必须按照国际要求进行养猪生产。因此,关注人类健康,生产安全、卫生、优质猪肉产品成为我国科学界的永恒主题。研究表明^[1]:动物品种是影响宰后肌肉品质的最主要因素。在我国猪肉长期的生产中,猪的一些优秀基因和优良特征逐渐被消退。而

野猪是家猪的祖先,因此,育种工作者以环境卫生学、生态学、动物学、饲养学等为基础,利用现代遗传理论、育种技术和繁育方法,将基因稳定和特征优良的纯种野公猪与品种较好的普通家猪进行杂交,选育和驯化改良出的品质优良的杂交组合体,有些人也称为“特种野猪”。但是,目前尚未经“全国品种审定委员会”审定公布其品种标准,因此,现在只能称为经过选育驯化形成的杂合系。本文称之为“杂交野猪”。杂交野猪是动物遗传工作者从动物驯化育种的角度选育出来的,但从肉类食品科学的方向研究的很少,本文就是采用肉类研究中重要的指标pH值对杂交野猪与普通家猪宰后的pH变化进行比较分析,为其肉质的评判提供一定的理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料

从山西农业大学动物科技学院畜牧场购买F1杂交野猪(野猪♂×杜洛克猪♀),送到太谷县定点屠宰场,与当地普通家猪(杜洛克猪)同时宰杀,开膛取内脏、清洗后,立即取两者的左半胴体第1~2腰椎处的背最长肌为pH的测定材料。将肉样随机分成25份,每份80g,用保鲜膜包裹,在0~4℃下贮存。

1.2 仪器

PHS-3C型精密pH计,家用切肉机,摇床等。

1.3 pH的测定方法^[2]

从两种待测肉样中随机取30g,剁碎,均分成

攻关项目:山西省博士后基金“杂种野猪肉质特性的研究”。

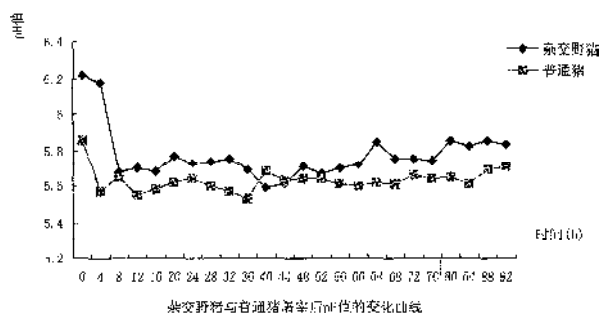
作者简介:王永辉,男,1974年生,硕士,主要从事肉类科学研究

通讯作者:*马俪珍(1963-),教授,博士,博导,主要从事肉类科学研究

三份,分别置于三角烧杯中,各加入90 毫升蒸馏水,在摇床中摇动 30min,然后用定性滤纸过滤于烧杯中备用。用酸度计测定杂交野猪和普通家猪在92h 内的pH 值变化,每隔4h 测定一次。

2 结果与分析

杂交野猪与普通家猪在屠宰后92h 内每隔4h 的pH 值测定结果如下图。



从上图可看出,杂交野猪的起始pH 值较高,这可能是由于杂交野猪的本性和生活特性等因素所影响,较普通猪抗应激性强,不致在屠宰时,由于受过多的捕杀惊吓而高度兴奋和狂躁,加剧糖原的消耗,这样可以避免PSE 肉的发生。在屠宰后0~8h 内pH 下降速率较快,说明糖原的糖酵解速率高。研究表明:在活体中,ATP 的变化速率很快,同时也处于动态平衡,即产生和消耗的速率基本保持相同。相应地,机体内磷酸的变化也很快,且也处于动态平衡^[3]。因此,在活体组织中,磷酸对肌肉的pH 值几乎无影响。但是动物屠宰后,随着机体机能的下降,这些动态平衡势必被破坏。也就是说磷酸的产生量远会大于它的消耗量,这时,在磷酸和糖酵解产生的大量乳酸的协同作用下,肌肉的pH 值急剧下降。因此,杂交野猪在0~8h 阶段pH 值的下降显著。而家猪在0~4h 阶段也较显著。

由于磷酸肌酸的存在,当ATP 下降到一定水平时,磷酸肌酸在磷酸肌酶的作用下可产生ATP,使ATP 保持在一定的浓度水平。此时,ATP 又形成一个动态平衡,因此,这一阶段磷酸对肌肉的pH 值基本无影响,此阶段称为尸僵迟滞期。从以上的变化曲线可看到,无论是杂交野猪还是家猪都不同程度地经历了尸僵迟滞期。其阶段由于肌肉处在酸性环境下,糖酵解酶被得到抑制,乳酸的产生大大降低;同时,酸性蛋白酶被激活,分解蛋白质,

产生多肽、小肽和游离的氨基酸等物质,这些物质对肌肉的pH 值具有缓冲作用,再有,ATP 在分解过程中可产生 NH_3 ,肌肉在这复杂的生化变化下,pH 值又有所上升。从以上的变化图中也可看出,杂交野猪与普通家猪在此阶段都有不同程度的上升。此后随着磷酸肌酸消失殆尽后,ATP 的含量会急剧下降,此阶段也就是肌肉的尸僵急剧期,这时必然会产生较多的磷酸,同时,糖酵解仍可能还未结束,还在产生乳酸,这样肌肉的pH 值又会在磷酸和乳酸的共同作用下进一步下降,直到糖酵解停止和磷酸肌酸完全消耗,也即达到了pH 值极限值。从图上可以看到杂交野猪的极限pH 值要比普通猪肉的高,这可能是由于在杂交野猪的肌肉中含有较多的红肌纤维所致^[4]。杂交野猪在屠宰后8h 进入尸僵期,且尸僵迟滞期一直持续到宰后的36h,即36h 后进入尸僵急速期。而普通家猪在宰后4h 就进入尸僵期,宰后32h 后进入尸僵急速期。这说明杂交野猪的肌体内含有的“ATP 缓冲剂”磷酸肌酸较高,能够为机体提供较多的ATP,使ATP 浓度减少的时间延长,故杂交野猪的尸僵迟滞期较长。在尸僵迟滞期内,肌肉细胞内的磷酸变化速率虽然很快,但正如以上所述,磷酸的产生和消耗速率基本上保持平衡。因此,此阶段有研究表明^[5]:pH 值的下降速率就是取决于磷酸的变化速率的。由于它的含量较高,杂交野猪肉成熟后,风味物质次黄嘌呤核苷酸(IMP)的含量也会显著提高,这对提高杂交野猪肉的风味有很大的贡献。

从pH 值变化图上可以发现,杂交野猪达到最大尸僵期后的40~44h 的pH 值变化较为缓慢,而普通家猪最大尸僵期的pH 值在36h~40h 内变化较大,这说明了杂交野猪在成熟过程中较普通猪肉的各种生物变化速率缓慢。这可能是由于杂交野猪的生理特征所影响的,它的肌纤维较粗和结构弹性蛋白较为坚韧,其承受机械强度的能力较强,肌原纤维小片化的速率也减缓所致;也可能为在杂交野猪肉中,红肌纤维含量较多,而红肌纤维的代谢特点是,在厌氧条件下,酶的活性较低^[4]。

进入成熟期后,杂交野猪的pH 值较高,这可能是由于等量的肌肉中,杂交野猪肉的蛋白含量较高,致使蛋白分解的产物,小肽和游离氨基酸等碱性电解质物质增多,因而调节酸度的能力增强,其pH 值较高有助于提高肌肉的保水性、嫩度和出品

率,同时由于蛋白质分解程度较高,产生的小肽和游离氨基酸也增多,也会大大提高了肉的风味。但同时为微生物的繁殖提供了条件。

3 讨论

动物屠宰后,肌肉要发生非常复杂的变化。pH 值作为评定肌肉品质的重要指标主要体现在以下三个方面:其一,pH 值能够反映出宰后肌肉发生的生理生化变化。具体讲,pH 值的变化可以反映出:1)肌肉中糖酵解酶的活性大小;2)糖原的酵解程度和蛋白质的水解程度;3)ATP 和磷酸肌酸的降解等;4)确定出肌肉的尸僵期、成熟期和腐败期等阶段。其二,pH 值的大小可反映出肌肉的新鲜程度。这是由于细菌的生长繁殖与所处环境中的酸度即 pH 值有很大的关系。其三,屠宰后肌肉的 pH 值的下降速度和程度与肉质密切相关,下降速度决定了是否产生 PSE 与 DFD 肉,下降程度影响肌肉的颜色、保水性、蒸煮损失等。因此,通常规定 pH45min、pH24h 作为肌肉品质中很重要的指标之一。pH45min 不得小于 5.8,否则被判定为 PSE 肉,pH24h 不得大于 6.0,否则为 DFD 肉。一般认为,猪肉成熟后 pH 值为 6.1~6.4 为正常肉。

3.1 宰后肌肉中与 pH 值有关的代谢活动

3.1.1 糖酵解作用

一般地,活的和刚屠宰后的畜体肌肉的 pH 值大约是 7 左右,但对刚屠宰后的肌肉进行测定,通常 pH 值都在 7 以下。这主要是猪在屠宰前由于环境原因和屠宰条件等因素受到应激,肌肉经过无氧运动,产生了乳酸造成的。再有,动物在屠宰以后,体内机能的活动并未完全丧失,肌肉仍然是活组织。但是,随着放血和呼吸的停止,导致体液平衡的破坏和供氧的停止,整个肌细胞内很快变成无氧状态,需氧的生化反应相应结束,而无氧的生化反应仍可进行。对于糖原来讲,糖酵解活动仍然可以进行。只是在厌氧条件下,糖原正常地被代谢到丙酮酸阶段后,在缺乏柠檬酸循环的情况下,丙酮酸在肌原纤维中被还原成乳酸,研究表明:宰后肌肉 pH 值的急剧下降就是由于乳酸的大量产生。

3.1.2 蛋白质代谢与 pH 值的关系

肌肉是高蛋白食品,相应的在肌肉中含有大量的内源性蛋白酶,肌肉僵直的解除主要由于蛋白酶的作用所引起的。从蛋白酶活性的最适 pH 范

围上,可分为中性蛋白酶和酸性蛋白酶。据一些资料表明^[6]:不同的蛋白酶都有专一作用的靶位点,且作用所需的条件和途径都有所不同。如中性钙激活蛋白酶仅裂解蛋白质有限的专一位点,产生大的多肽片段,而不是分解成小肽或氨基酸。且其裂解条件是在 ATP 的作用下启动了钙泵,或在低温下肌体的机能降低,释放出了钙离子,当肌质内游离的钙离子达到一定浓度时,可激活钙激活蛋白酶,它的作用可大大削弱肌原纤维的 Z 盘结构,对于解除尸僵有显著性的贡献。而溶酶体蛋白酶(包括内肽酶和外肽酶)也称为组织蛋白酶,属于酸性蛋白酶。对它来讲,pH 值的下降使溶酶体的稳定性降低,使内部的水解蛋白酶泄露到基质中,且在酸性环境中被激活,实验已证实:这类蛋白酶不仅可作用于肌纤维蛋白还可作用肌球蛋白、肌动蛋白等。对肌肉的成熟也有较大的作用。在这些蛋白酶的作用下,蛋白质被作用产生多肽、小肽和脱羧基产生胺类物质、脱氨基产生 NH_3 等物质。这些分解产物多数为两性分子或者是显碱性的物质,对肌肉内的 pH 值具有缓冲作用,所以肌肉的 pH 值又能够有所回升。

3.1.3 脂肪氧化与 pH 值的关系

在糖酵解等生化反应的持续作用下,肌肉的 pH 值将会下降,当达到 5.5 左右后,肌肉中的脂肪氧化酶被激活,脂肪可被分解为脂肪酸、醛、醇和酮等物质,这些物质的产生可使肌肉的 pH 值下降。在肌肉中由于肌间脂肪含量较少,对肌肉 pH 值的影响不会很大。

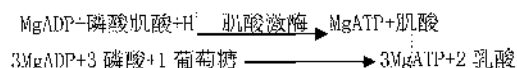
3.1.4 肌肉中微生物与 pH 值的关系

另外,肌肉在生产和流通过程中,即使一直处于低温控制下,但肉上仍污染一些嗜冷菌,如乳酸菌和假单胞菌属等,它们在冷藏条件下仍然会大量生长和繁殖,最终能够导致肉发生腐败变质。同时,也能够一定程度上影响肌肉的 pH 值,如将肌肉进行真空包装后在低温下贮藏,厌氧菌乳酸菌可逐渐成为优势菌,它在生长繁殖中可以产酸使肉的 pH 值下降;而如果对于好氧性的假单胞菌成为优势菌后,由于它分解蛋白质或小肽类物质,产生胺类等碱性的物质,又可使肌肉的 pH 值升高。关于这一点,实验研究也表明^[7]:将未包装的肌肉和真空包装后的肌肉在低温下贮藏,一段时间内,分别测定它们的 pH 值,结果发现,未包装的肌肉

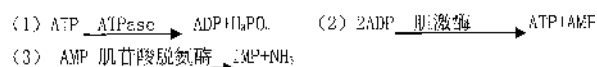
在脱离尸僵后, pH 值将持续上升, 这就是由于假单胞菌成为优势菌所致; 而对真空包装后的肌肉发现, 在尸僵后的一段时间内, pH 值将会上升, 但是, 随后, pH 值又会下降, 这单从肌肉的生化反应来讲, 将很难解释。因此, 我们分析这很可能是微生物的作用, 在厌氧的条件下, 逐渐产酸的乳酸菌成为优势菌所造成的, 而使肌肉的 pH 值下降。

3.1.5 肌肉中 ATP 的代谢活动与 pH 值的关系

活细胞仍会持续消耗三磷酸腺苷 (ATP) 以维持功能和结构的整体性。作为能量贮藏来源, 肌肉中主要含有脂肪、糖原和作为糖原的临时贮藏库磷酸肌酸 (PC)。在厌氧条件下, 好氧性脂肪在厌氧条件下不会继续分解产生 ATP; 而对于糖原和磷酸肌酸 (PC) 来讲, 仍可产生能量物质 ATP。



ATP 在提供能量的同时, 也发生了如下反应:



第一步, ATP 通过 ATP 分解酶被水解成 ADP 和磷酸, 同时释放出能量; 第二步通过 ATP 分解生成的 2mol ADP 变成 1mol ATP 和 1mol 腺苷酸 (一磷酸腺苷 AMP); 第三步, AMP 通过腺苷酸脱氢酶被分解成 NH_3 和风味物质次黄嘌呤核苷酸 (IMP)。由以上三步所示, 随着动物死后 ATP 的减少, ADP 几乎无变化, 次黄嘌呤核苷酸 (IMP) 增加的量仅是弥补 ATP 减少的量, 同时氨也增加。

研究表明^[8]: 在活体中, ATP 在消耗的同时, ADP 可迅速的接收磷酸基团而生成 ATP, 在活细胞内 ATP 末端磷酸基团的周转是极其迅速的, 而 ATP 的含量却维持在一个水平。这是一种动态稳定, 这种动态稳定表明 ATP 末端磷酸基团的消耗和再生速度是相对平衡的。而动物被屠宰后, 这种平衡将会打破, 随着机体机能的逐渐减弱, ATP 的大量消耗, 再生的速率大大下降, 在 ATP 消耗完前, 细胞内的磷酸将会源源不断地增加, 这样, 对肌肉的 pH 值的下降也有较大的作用。

4 小结

实验表明, 杂交野猪与普通家猪宰后的 pH 变化不完全相同, 杂交野猪的起始 pH 值比普通家猪

的高; 杂交野猪在屠宰后 0 ~ 8h 内 pH 下降速率较快, 而普通家猪在宰后 0 ~ 4h 内 pH 下降速度快; 杂交野猪宰后 36h 进入尸僵急速期, 而普通家猪近宰后 32h 进入尸僵急速期; 杂交野猪达到最大尸僵期后的 40 ~ 44h 的 pH 值变化较为缓慢, 而普通家猪最大尸僵期的 pH 值在 36h ~ 40h 内变化较大; 进入成熟期后, 杂交野猪的最终 pH 值, 有利于提高肌肉的保水性和嫩度, 同时由于蛋白质分解程度较高, 产生的小肽和游离氨基酸增多, 也会大大提高肉的风味, 但由于 pH 较高不利于保藏。

参考文献

- [1] 程德君, 邢英新. 优质猪肉生产技术问答, 中国农业出版社, 2003. 7.
- [2] 许益民译. 肉和肉制品 pH 值的国际测定标准方法, 中国动物保健, 2000. 15 (5): 27.
- [3] 王镜岩, 朱圣庚, 徐长法. 生物化学, 高等教育出版社, 2003. 5.
- [4] 陈代文, 张克英, 胡祖禹第. 猪肉品质特征的形成原理, 四川农业大学学报, 2002. 20 (1).
- [5] Renou, Varnam AH. Meat and Meat Products Technology, Chemistry and Microbiology [M]. Chapman & Hall, 1986.
- [6] Elisabeth Huff-Lonergan and Steven M. Lonergan. Postmortem Mechanisms of Meat Tenderization: The Roles of the Structural Proteins and the Calpain System.
- [7] 马俪珍. 冷却猪肉生物和物理综合保鲜技术及保鲜效果的研究, 博士论文, 2003. 7.
- [8] 田野庆之著, 金辅建, 薛茜编译. 肉制品加工手册, 中国轻工业出版社, 1992. 2.
- [9] 高士昌, 张颖. 肉在鲜腐过程中 pH 值变动的规律性, 中国兽医杂志, 1994, 20 (11): 50 ~ 51.
- [10] Bendall, J. R. Post mortem changes in muscle. In The Structure and Function of Muscle, Academic Press, 244 ~ 309.
- [11] G. A. Tucker L. F. J. Woods 著 李雁群 肖功年译. 酶在食品加工中的应用, 中国轻工业出版社, 2002. 1.
- [12] Lawrie RA, Meat Science [M]. Pergamon Press, 1991.
- [13] G. A. Tucker L. F. J. Woods 著 李雁群 肖功年译. 酶在食品加工中的应用, 中国轻工业出版社, 2002. 1.