

伊普异黄酮对山羊瘤胃代谢及瘤胃液性激素含量的影响

王秀芝 韩正康* 王国杰

(南京农业大学农业部动物生理生化重点开发实验室,南京 210095)

摘要: 本试验旨在研究伊普异黄酮(IP)对山羊瘤胃代谢以及对瘤胃液雌二醇和睾酮含量的影响。全文包括2组试验:试验Ⅰ为体外培养试验,瘤胃液来自3只装有永久性瘤胃瘘管的本地成年雌性山羊,以0.6 g草粉和0.3 g精料为底物,研究不同浓度IP(0、10、50、100和200 mg/L)对山羊瘤胃代谢的影响;试验Ⅱ为动物试验,选用4只装有永久性瘤胃瘘管的本地成年山羊,采用自身对照设计,试验期在精料中添加IP(1 mg/g精料)。试验Ⅰ结果表明,培养液中IP浓度为100和200 mg/L时能显著加强瘤胃代谢,pH水平显著下降,氨态氮(NH₃-N)浓度和微生物蛋白(MCP)浓度显著升高;试验Ⅱ结果表明,IP有加强瘤胃氮代谢趋势;显著提高乙酸(A)含量($P<0.01$)及其比例,使丙酸(P)比例及丙酸/乙酸(P/A)比值显著下降($P<0.01$);瘤胃液中17 β -雌二醇和睾酮含量显著上升($P<0.05$)。提示,IP可以直接作用于瘤胃微生物,加强瘤胃氮代谢,改变瘤胃糖代谢,改变瘤胃微生物发酵类型;显著提高瘤胃液17 β -雌二醇和睾酮的水平。

关键词: 伊普异黄酮;山羊;瘤胃代谢;17 β -雌二醇;睾酮

反刍家畜能够通过瘤胃内复杂的消化代谢过程将摄取的草料转化为机体所需的营养成分和畜产品,因此,瘤胃的消化代谢在反刍家畜机体生命活动中占有重要的地位。目前,通过日粮途径添加各种生物活性物质来改变反刍家畜瘤胃代谢的研究十分活跃。本实验室以往的研究表明,异黄酮植物雌激素大豆黄酮(daidzein, Da)可以促进山羊瘤胃代谢,同时可影响相关内源代谢激素的水平和相关酶的活性^[1]。伊普异黄酮(ipriflavone, IP)是Da的衍生物,有相似的苯环结构^[2]。它具有促进成骨细胞增殖、抑制成熟破骨细胞募集、增加骨密度、促进胶原合成和基质分化等作用^[3],国内外对于IP在预防和治疗骨质疏松方面的研究进行得比较广泛。近来的研究表明^[4-5],IP还具有促进畜禽生长,提高饲料转化率,显著改善蛋鸡产蛋性能和提高蛋壳质量,延长产蛋高峰的持续时间等作用且具有高效、安全等优点,正日益受到动物营养学家和畜牧工作者的广泛关注,而其作为一种与Da具有相似分子结构的异黄酮衍生物,是否对反刍动物瘤胃代谢也有一定的作用,迄今仍鲜有报告。本试验旨在研究添加适量的IP对山羊瘤胃代谢以及相关内分泌的影响,为其

在畜牧生产中提供指导,为开发新型饲料添加剂提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

伊普异黄酮:纯度 $\geq 99\%$,由本实验室提供。

1.2 试验动物与饲养管理

选用装有永久性瘤胃瘘管的健康本地成年山羊5头,体况基本一致,平均体重为20 kg。1[#]、2[#]、3[#]为雌性,4[#]、5[#]为雄性。单圈舍饲,自由采食青干草,自由饮水,每天08:00和18:00分别饲喂配合精料100 g。精料购于南京金象特种饲料有限公司,营养水平:粗蛋白质 $\geq 18.0\%$,粗纤维 $\geq 9.5\%$,粗灰分 $\geq 10.0\%$,总磷 $\geq 0.4\%$,钙含量0.7%~1.8%。

1.3 试验设计与样品采集

本研究包括2组试验,即体外试验和动物试验。

1.3.1 试验Ⅰ——体外试验

体外培养装置:试验采用简易人工瘤胃装置,由恒温水浴锅、160 mL玻璃培养瓶和二氧化碳(CO₂)供气装置等组成。混合液于晨饲后2 h采集,经4层纱布过滤,滤液装入充满CO₂的玻璃瓶中,38~

收稿日期:2008-01-19

作者简介:王秀芝(1981-),女,江苏徐州丰县人,在读硕士研究生,主要从事动物营养生理生化方面的研究。E-mail: wxz4148866@163.com

* 通讯作者:韩正康,教授,博士生导师,E-mail: zhengkanghan@163.com

39℃下短暂保存,将人工唾液和瘤胃液以2:1混合,以0.6 g草粉(青干草60目粉碎机粉碎处理)和0.3 g精料为底物,每培养瓶接种60 mL,加塞密封,保证其厌氧环境,人工唾液采用Russell^[6]的配方。

剂量效应试验:各培养瓶分别添加IP使其在培养液中浓度为0、10、50、100和200 mg/L,每个浓度处理设3个重复,瘤胃液分别来自1[#]、2[#]、3[#]羊以及上述3只羊的混和样,39℃下恒温厌氧培养,每2 h放气1次。持续培养10 h后收集培养液,饱和氯化汞终止反应,部分样品立即用于测定pH,部分样品-20℃保存。动态培养试验:根据剂量效应试验结果,选用对微生物发酵影响较为显著的浓度100 mg/L进行培养,按照培养时间设2、4、6、8和12 h 5个处理,每个处理分为对照组和试验组,每个组设3个重复,试验组IP浓度为100 mg/L,瘤胃液选用1[#]、2[#]、3[#]羊混合样,培养方式同剂量效应试验,发酵至各处理时间点后采集培养液,部分样品立即用于测定pH,部分样品-20℃低温保存。

1.3.2 试验Ⅱ——动物试验(体内试验)

选用2[#]、3[#]、4[#]、5[#]羊,采用前后自身对照设计,对照期和试验期各14、21 d。预试2周开始试验,对照期每天正常饲喂,试验期在精料中添加IP(1 mg/g精料)。分别在对照期和试验期的第14天、第21天的08:00、10:00、12:00、14:00、16:00和18:00 6个时间点采集瘤胃液,部分瘤胃液样品立即用于测定pH和总脱氢酶活性(TDHA),部分样品于-20℃低温保存待测。

1.4 测定指标与方法

pH用6173型号精密pH计测定(上海仁氏电子有限公司,上海)。总脱氢酶活性(TDHA)表示微生物代谢强度,参考Dror^[7]的方法测定,最终以38.5℃、pH6.8条件下,每分钟引起测定液吸光度上升0.1的酶量定义为1个酶活单位。NH₃-N浓度参考冯宗慈等^[8]的改进方法测定。MCP浓度用考马斯亮蓝比色法测定,样品按照Makker^[9]的方法进行预处理。挥发性脂肪酸(VFA)参照秦为琳^[10]改进的方法用GC-9APTF型气相色谱仪测定。色谱条件为:色谱柱为长2 m,内径4 mm的玻璃柱,填充担体为涂有10%FFAP(FFAP为聚乙二醇20 mol/L和2-硝基对甲苯二甲酸的反应产物)加1%磷酸(H₃PO₄)的60~80目酸洗、硅烷化(Chro-mosorb W)担体;柱温155℃,气化温度180℃,入口压为0.25 kg/cm²,载气为N₂;流速:N₂

为30 mL/min, H₂为0.55 kg/cm²(40 mL/min),空气为0.48 kg/cm²(450 mL/min);灵敏度为102 MΩ,衰减0,纸速2.5 mm/min。17β-雌二醇和睾酮的浓度采用放射免疫分析(RIA)法测定,试剂盒购于北京北方生物技术研究所以。

1.5 数据处理

结果以平均值±标准差表示,数据处理与分析采用统计软件SPSS 11.5中的One-Way ANOVE进行。

2 结果与分析

2.1 体外试验

2.1.1 剂量效应试验中pH、NH₃-N和MCP的变化

由表1可见,与0 mg/L相比,100和200 mg/L 2个剂量组对瘤胃代谢的影响最为显著,在IP剂量为100 mg/L时,1[#]羊pH下降0.82%($P<0.05$),NH₃-N浓度和MCP浓度分别上升13.3%($P<0.05$)、49.5%($P<0.05$);3[#]羊pH无显著变化,NH₃-N浓度和MCP浓度分别上升36.7%($P<0.01$)、8.93%($P<0.05$)。在IP剂量为200 mg/L时,1[#]羊pH下降1.96%($P<0.01$),NH₃-N浓度上升10.2%($P<0.01$),MCP浓度无显著变化;2[#]羊pH下降0.32%($P<0.05$);3[#]羊pH下降1.12%($P<0.01$),NH₃-N浓度和MCP浓度分别上升14.5%($P<0.01$)、12.6%($P<0.01$)。结果提示,IP可以直接作用于瘤胃微生物,加强瘤胃氮代谢。但比较IP对各个体和混合样引起的MCP含量的变化,可看到存在一定的差异,主要表现为,在混合样中,加入IP后可使MCP含量明显下降。这可能是由于在混合样中情况较复杂,存在微生物菌系之间的相互作用,使得优势菌系得以生存,抑制了微生物合成蛋白质的作用。

2.1.2 动态培养试验中pH、NH₃-N和MCP的变化

由表2可知,在整个培养过程中,对照组和试验组pH均呈持续下降趋势,4、8和12 h分别较对照组下降0.68%($P<0.01$)、0.49%($P<0.05$)、2.05%($P<0.01$);随着培养时间的延长,对照组NH₃-N浓度8 h后呈下降趋势,试验组持续上升,在12 h较对照组升高12.50%($P<0.01$);对照组和试验组MCP浓度变化规律基本一致,均在培养4 h后持续下降,在整个培养过程中,试验组MCP含量较对照组有升高的趋势;培养4 h后,试验组NH₃-N浓度呈上升趋势,而对应的试验组MCP浓度却下降,说

明二者之间存在一定的消长关系。

表 1 体外条件下不同浓度 IP 对山羊瘤胃液 pH、NH₃-N 和 MCP 的影响

Table 1 Effects of different ipriflavone levels on pH,NH₃-N and MCP concentrations of rumen fluid of goat *in vitro*

项目 Items	指标 Criteria	浓度 Concentrations(mg/L)				
		0	10	50	100	200
1 [#]	pH	6.11±0.01 ^a	6.12±0.01	6.09±0.03	6.06±0.02 ^b	5.99±0.01 ^B
	NH ₃ -N(mg/100 mL)	0.30±0.01 ^a	0.29±0.02	0.29±0.03	0.34±0.06 ^b	0.41±0.03 ^B
	MCP(mg/mL)	7.76±2.45 ^a	8.28±0.98	7.47±1.83	11.60±0.10 ^b	8.74±2.40
2 [#]	pH	6.21±0.00 ^a	6.24±0.01 ^B	6.20±0.02	6.20±0.01	6.19±0.01 ^b
	NH ₃ -N(mg/100 mL)	0.31±0.02 ^a	0.36±0.06 ^b	0.31±0.03	0.33±0.03	0.30±0.02
	MCP(mg/mL)	62.99±1.63	64.71±2.44	59.40±1.39	60.68±1.96	62.74±2.13
3 [#]	pH	6.23±0.01 ^a	6.25±0.01	6.22±0.05	6.19±0.02	6.16±0.01 ^B
	NH ₃ -N(mg/100 mL)	1.86±0.03 ^a	1.92±0.02	1.85±0.03	2.05±0.11 ^B	2.13±0.00 ^B
	MCP(mg/mL)	49.50±0.74 ^a	50.80±0.55	49.24±0.74	53.92±1.28 ^b	55.74±0.00 ^B
混合样 Mixture	pH	6.00±0.02 ^a	6.01±0.01	6.01±0.07	5.91±0.04	5.78±0.11 ^b
	NH ₃ -N(mg/100 mL)	2.40±0.06 ^a	2.33±0.07	2.52±0.03 ^B	2.45±0.04 ^B	2.68±0.03 ^B
	MCP(mg/mL)	38.49±3.97 ^a	33.05±2.40 ^b	34.42±2.67	28.60±2.76 ^B	22.33±2.31 ^B

同行肩标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$),下表同。数据的显著性比较仅是各浓度组分别与 0 mg/L 浓度组的比较,各浓度组之间未做比较。

In the same row, values with different small superscripts mean significant difference ($P<0.05$),different capital superscripts mean significant difference ($P<0.01$), the same as below. Compared with 0 mg/L, respectively.

表 2 体外条件下 IP 对瘤胃 pH、NH₃-N 和 MCP 的的动态影响

Table 2 Dynamic effects of ipriflavone on level of pH,concentrations of NH₃-N and MCP in rumen *in vitro*

项目 Items	时间 Time(h)	对照组 Control group	试验组 Experiment group
pH	2	6.40±0.03	6.41±0.01
	4	6.35±0.02 ^A	6.31±0.02 ^B
	6	6.19±0.01	6.20±0.02
	8	6.11±0.02 ^a	6.08±0.00 ^b
	12	6.02±0.02 ^A	5.90±0.03 ^B
NH ₃ -N(mg/100 mL)	2	1.24±0.01	1.25±0.02
	4	1.53±0.07	1.52±0.03
	6	1.65±0.04 ^B	1.65±0.04 ^B
	8	1.93±0.09	1.88±0.11
	12	1.84±0.09 ^A	2.07±0.09 ^B
MCP(mg/mL)	2	39.01±1.83	37.99±0.86
	4	38.95±2.93	39.08±3.31
	6	34.76±2.35	37.34±3.40
	8	28.02±1.40	30.32±2.79
	12	23.50±2.01	23.51±1.11

2.2 动物试验(体内试验)

2.2.1 IP 对山羊瘤胃代谢的影响

由表 3 可知,与对照期相比,试验期瘤胃液 pH 水平下降,但差异不显著($P>0.05$);总脱氢酶(TDHA)活性增强,NH₃-N 浓度和 MCP 浓度均升高,但差异亦不显著($P>0.05$)。试验期瘤胃液中总挥发性脂肪酸(TVFA)含量未见显著增加,但乙

酸含量显著升高($P<0.01$),乙酸比例显著上升($P<0.01$),丙酸比例显著下降($P<0.05$),丙酸/乙酸比值显著下降($P<0.01$);乙酸含量提高了 9.66%,乙酸比例上升 7.20%,丙酸比例下降 5.45%,丙酸/乙酸下降 12.31%。提示,IP 能够影响瘤胃的糖代谢,改变瘤胃微生物的发酵类型。

表 3 IP 对山羊瘤胃代谢的影响
Table 3 Effects of ipriflavone on ruminal metabolism in goats

指标 Criteria	对照期 Control period	试验期 Experiment period
pH	6.29 ± 0.07	6.22 ± 0.06
TDHA(U/100 mL)	0.45 ± 0.16	0.55 ± 0.19
NH ₃ -N(mg/100 mL)	2.04 ± 0.05	2.23 ± 0.05
MCP(mg/mL)	0.87 ± 0.13	0.97 ± 0.14
TVFA(mmol/L)	8.89 ± 0.32	9.09 ± 0.41
A(mmol/L)	4.45 ± 0.11 ^A	4.88 ± 0.24 ^B
P(mmol/L)	2.89 ± 0.11	2.79 ± 0.20
B(mmol/L)	1.55 ± 0.10	1.42 ± 0.22
A(%)	50.02 ± 0.01 ^A	53.62 ± 0.02 ^B
P(%)	32.47 ± 0.00 ^a	30.70 ± 0.01 ^b
B(%)	17.52 ± 0.01	15.68 ± 0.02
P/A	0.65 ± 0.01 ^A	0.57 ± 0.02 ^B

2.2.2 IP 对 17β-雌二醇和睾酮水平的影响

由表 4 可知,添喂 IP 极显著提高了瘤胃液中 17β-雌二醇的含量,试验期较对照期升高了 49.66%($P<0.01$);添喂 IP 可以显著提高山羊瘤胃液中睾酮水平,试验期较对照期提高了 27.50%($P<0.05$)。

表 4 IP 对山羊瘤胃液中 17β-雌二醇和睾酮含量的影响
Table 4 Effects of ipriflavone on the concentration of 17β-estradiol and testosterone in ruminal fluid of goat

指标 Criteria	对照期 Control period	试验期 Experiment period
17β-雌二醇 17β-estradiol(ng/mL)	5.82 ± 0.17 ^A	8.71 ± 0.23 ^B
睾酮 Testosterone(pg/mL)	0.40 ± 0.03 ^a	0.51 ± 0.03 ^b

3 讨 论

以往对于 IP 调控动物生产性能的研究,重点在于对蛋鸡产蛋,肉鸡和仔猪生长以及大鼠骨骼肌生长等功能的研究,而尚未见对反刍动物瘤胃代谢的报道。本试验是在前人对异黄酮植物雌激素 Da 对山羊瘤胃代谢研究的基础上进行的。王全军体外研究表明^[11],Da 对瘤胃微生物有直接的作用,使 NH₃-N 浓度下降,MCP 浓度无变化。也有研究表明^[12],湖羊皮下注射 Da 可增加 NH₃-N 浓度和 MCP 浓度。瘤胃 NH₃-N 水平和 MCP 水平反映了瘤胃微生物对饲料氮源的降解和利用情况。本试验在体外培养条件下证实了 IP 对瘤胃微生物有直接的作用,使瘤胃液 MCP 含量显著增加,在 IP 浓度为 100 和 200 mg/L 时,效果最为显著。

瘤胃液 pH 是反映瘤胃整体代谢水平的一个重要指标,瘤胃内容物的 pH 是食糜中 VFA 与唾液中缓冲盐相互作用、以及瘤胃上皮对 VFA 吸收及食糜流出等因素综合作用的结果。瘤胃的 pH 变动范围为 5.0~7.5^[13]。在体外培养试验中,由于不存在

食糜的摄入与流出,也没有唾液的分泌与瘤胃上皮的吸收,微生物对底物发酵产生的 VFA 只产生累积效应,使得 pH 持续下降。但是若 pH 过低(低于 5)则有可能产生酸中毒,而本试验试验期各阶段 pH 虽然有持续下降的趋势,但均在 5.78 以上,说明人工瘤胃处于正常发酵状态。

TDHA 活性是反映瘤胃微生物代谢水平的另一重要指标。研究发现瘤胃微生物脱氢酶类的部分辅基成分很可能是瘤胃微生物利用氮合成蛋白质的重要酶类,因此,TDHA 不仅能反映微生物发酵时脱氢酶传递氢的能力,也能反映微生物合成蛋白质的能力。本实验室马海田等在体试验研究表明^[14],Da 能够提高瘤胃液中 TDHA 活性,其试验期较对照期提高 49.07%。王伟群等体外培养条件下^[15],证实各种黄酮类化合物对瘤胃微生物多种酶的活力有影响。在本研究中,添喂 IP 后,TDHA 的活性亦有增高的趋势。提示,IP 还可能通过对瘤胃微生物酶的作用来影响瘤胃的消化代谢。

Mao^[16]等研究 Da 对混合瘤胃微生物发酵的影响,结果发现当 Da 浓度为 10 mg/L 时,对 TVFA

没有影响,但是丙酸比例显著升高($P<0.01$),乙酸与丙酸的比值下降($P<0.05$),表明 Da 能够改变瘤胃发酵类型。而本试验的研究表明,IP 对瘤胃代谢的影响与 Da 存在差异,IP 亦可以改变瘤胃的发酵类型,但向乙酸型转变,使乙酸比例升高,丙酸比例下降,乙酸与丙酸的比值上升。推测其可能的原因如下:IP 与 Da 虽然同属于异黄酮类植物雌激素,有相似的生物学活性,但两者在分子结构上存在明显差异,这可能造成二者对瘤胃代谢影响上存在一定差异;此外,研究表明, Da 具有弱雌激素活性,而 IP 无雌激样活性,这亦可能造成二者在瘤胃代谢影响上的差异。

本实验室以往的研究表明,反刍动物瘤胃液含有甾体类性激素,能与瘤胃微生物的相应受体结合,产生促进或颌颞作用,从而影响瘤胃代谢^[17]。雌性山羊饲料添喂异黄酮植物雌激素大豆黄酮能提高瘤胃液 17 β -雌二醇的浓度。推测其可能的机理是:除了 Da 可与瘤胃微生物 E₂ 受体结合外,它的代谢产物雌马酚,亦具有雌激素活性^[18];其次, Da 及其代谢产物作为外源激素经瘤胃壁吸收入血,作用于神经内分泌性腺轴,导致内源激素 17 β -雌二醇分泌量的增加,后者再经血液循环和透过瘤胃壁使瘤胃液中 17 β -雌二醇的含量升高。本试验对照期瘤胃液中 17 β -雌二醇的浓度极显著的低于试验期浓度,表明 IP 能够显著提高瘤胃液 17 β -雌二醇的含量。由于 IP 无直接的雌激素活性,不能通过性腺轴来干扰内源雌二醇的反馈调节,在反刍动物体内 IP 是通过何种机制增加瘤胃液中 17 β -雌二醇的浓度,目前尚不清楚,有待进一步研究。

雄性大鼠日粮添喂 Da、IP 也可以升高血清中睾酮含量,同时促进动物生长^[14,19]。雄性湖羊皮下注射 Da、水牛十二指肠灌注 Da 均可升高血清睾酮水平,同时改善瘤胃代谢^[12]。在本试验条件下,IP 亦能够显著提高瘤胃液睾酮的含量,睾酮作为高等动物性激素,除影响动物性行为外,还参与调节动物机体的合成代谢。提示,IP 可通过升高内源睾酮水平影响瘤胃代谢。

4 结 论

① IP 可以直接作用于瘤胃微生物,加强瘤胃氮代谢。

② IP 能够影响瘤胃糖代谢,使瘤胃液中乙酸浓度上升,乙酸比例上升,丙酸比例下降,丙酸与乙酸的比值下降,瘤胃微生物发酵类型向乙酸型转变。

③ IP 能够显著提高山羊瘤胃液 17 β -雌二醇和

睾酮水平。

参考文献:

- [1] Han Z K, Guo J W, Wen Y. Isoflavonic phytoestrogens-new prebiotics for farm animals; a review on research in China. *Current Issues in Intestinal Microbiology*, 2006, 7: 53-60.
- [2] Gennari C. Ipriflavone: Background. *Calcified Tissue International*, 1997, 61: s3-s4.
- [3] Kathleen A. Ipriflavone: an important bone-building isoflavone. *Alternative Medicine Review*, 1999, 4 (1): 10-12.
- [4] 陶胜宏, 韩正康, 王国杰. 伊普异黄酮对不同生长阶段肉鸡生长性能和有关血清生化指标的影响. 畜牧与兽医, 2007, 39 (2): 18-21.
- [5] 金小军, 余东游, 黄利权. 依普黄酮对蛋鸡产蛋性能及蛋品质的影响. 浙江农业科学, 2005, 4: 325-327.
- [6] Russel J B, Martin S A. Effects of various methane inhibitors on the fermentation of amino acids by mixed rumen micro organisms *in vitro*. *Journal of Animal Science*, 1984, 59 (5): 1329-1338.
- [7] Dror Y, Mayevsky A, Bondi A. Some effects of starch on protein utilization by sheep. *British Journal of Nutrition*, 1969, 23(4): 727-735.
- [8] 冯宗慈. 通过比色法测定瘤胃液氮含量方法的改进. 内蒙古畜牧科学, 1993, 4: 40-41.
- [9] Makker H P S, Harma O P S. Simple determination of microbial protein in rumen liquid. *Journal of Dairy Science*, 1982, 65 (11): 2170-2173.
- [10] 秦为琳. 应用气相色谱测定挥发性脂肪酸方法的研究改进. 南京农业大学学报, 1982, 5: 110-116.
- [11] 王全军. 半胱胺、大豆黄酮对山羊代谢及瘤胃微生物体外发酵的影响. 硕士学位论文. 南京: 南京农业大学, 2001.
- [12] 陈 杰, 杨国宇, 韩正康. 大豆黄酮对反刍动物血清睾酮和瘤胃消化代谢的影响. 江苏农业研究, 1992, 20 (2): 17-19.
- [13] 韩正康, 陈 杰. 反刍动物瘤胃的消化和代谢. 北京: 科学出版社, 1988: 19-20.
- [14] 马海田. 韩正康, 王国杰, 邹思湘. 异黄酮对雄性大鼠芳香化酶活性及骨骼肌生长的影响. 南京农业大学学报, 2005, 28 (1): 76-79.
- [15] 王伟群, 韩正康. 黄酮类化合物对瘤胃中主要消化酶活力的影响. 全国动物生理生化第二次学术会议论文摘要汇编. 烟台: 中国畜牧兽医学会动物生理生化学会, 1990.
- [16] Mao S Y, Zhu W Y, Wang Q J, Yao W. Effect of daidzein on *in vitro* fermentation by microorganisms from goat rumen. *Animal Feed Science and Technology*, 2007, 136: 154-163.

- [17] 韩正康. 瘤胃代谢的神经内分泌调节. 动物医学进展, 2006, 27 (9): 9-13.
- [18] Setcheu K D R, Brown N M, Lydeking-Olsen E. The Clinical Importance of the Metabolite Equol-A Clue to the Effectiveness of Soy and Its Isoflavones. *Journal of Nutrition*, 2002, 132: 3577-3584.
- [19] 韩正康, 郭慧君, 王国杰. 日粮添喂伊普异黄酮影响去势仔猪生长及有关内分泌水平. 畜牧与兽医, 2006, 3 (8): 12-14.

Effects of Ipriflavone on Ruminal Metabolism and Concentration of Sex Hormones in Rumen Fluid of Goat

WANG Xiu-zhi HAN Zheng-kang* WANG Guo-jie

(Key laboratory of Animal Physiology and Biochemistry, Ministry of Agriculture of China, Nanjing Agricultural University, Nanjing 21009, China)

Abstract: This experiment was conducted to study the effects of ipriflavone on ruminal metabolism and concentration of 17β -estradiol and testosterone in rumen fluid in goat. This study consisted of two experiments, *in vitro* and *in vivo*. Ruminal fluid was incubated in anaerobic media *in vitro* with straw powder (0.6 g) and concentrates (0.3 g) as the substrate. Ipriflavone was added into the incubation with the final concentrations at 0, 10, 50, 100 and 200 mg/L, respectively. *In vivo*, four local adult goats with permanent rumen fistulae were conducted into two periods by self-control design, control period and experiment period. In experiment period, ipriflavone was added into concentrates (1 mg/g concentrates) of diet. In exp.1, results showed that ipriflavone on 100 and 200 mg/L significantly enhanced ruminal metabolism. Levels of pH were reduced, the concentration of $\text{NH}_3\text{-N}$ and MCP were increased obviously. In exp.2, results showed that ipriflavone increased ruminal nitrogen metabolism in tendency, raised the concentration of acetate (A) and the percentage of acetate ($P < 0.01$), lowered the percentage of propionate (P) ($P < 0.05$) and the ratio of P : A significantly ($P < 0.01$); Ipriflavone could significantly increase the concentration of 17β -estradiol and testosterone in ruminal fluid of goat ($P < 0.05$). These results may suggest that an interaction between ipriflavone and rumen microorganisms occurred. Ipriflavone could enhance nitrogen metabolism in rumen, affect carbohydrates metabolism, alter the fermentation pattern, and significantly increase the levels of 17β -estradiol and testosterone in ruminal fluid. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2008, 20(3):323-328]

Key words: Ipriflavone; Goat; Ruminal metabolism; 17β -Estradiol; Testosterone

* Corresponding author, professor, E-mail: zhengkanghan@163.com