

春花生秧与夏花生秧的营养价值评价及瘤胃降解率比较

蔡阿敏 薛宵 赵佳浩 廉红霞 付彤 高腾云*

(河南农业大学牧医工程学院, 郑州 450046)

摘要: 本试验旨在研究春花生秧与夏花生秧的常规营养成分,并应用康奈尔净碳水化合物-蛋白质体系(CNCPS)评价其营养价值及其在奶牛瘤胃中降解特性的差异。采集河南地区春花生秧样品16个,夏花生秧样品28个,测定其干物质(DM)、粗蛋白质(CP)、中性洗涤纤维(NDF)、酸性洗涤纤维(ADF)、粗脂肪(EE)、钙(Ca)、磷(P)、粗灰分(Ash)、酸性洗涤木质素(ADL)、淀粉、中性洗涤不溶氮(NDFIP)、酸性洗涤不溶氮(ADFIP)、非蛋白氮(NPN)、可溶性蛋白(SCP)含量及总能(GE)。选取3头装有永久性瘤胃瘘管的荷斯坦干奶牛,饲喂同一种全混合日粮(TMR),采取尼龙袋法测定花生秧的DM、CP、NDF和ADF在奶牛瘤胃中的72 h降解率,并计算其降解参数及有效降解率,应用CNCPS计算其碳水化合物和蛋白质组分,评定花生秧的营养价值。结果表明:1)春花生秧的CP、Ash、Ca、SCP含量极显著高于夏花生秧($P < 0.01$),NDF、ADF、ADL含量和GE极显著低于夏花生秧($P < 0.01$),P含量显著低于夏花生秧($P < 0.05$)。2)春花生秧的DM、CP、NDF、ADF有效降解率显著高于夏花生秧($P < 0.05$)。3)春花生秧的快速降解真蛋白质(PB1)、中速降解真蛋白质(PB2)、快速降解碳水化合物(CA)、非结构性碳水化合物(NSC)含量极显著高于夏花生秧($P < 0.01$),NPN(PA)、碳水化合物、中速降解碳水化合物(CB2)含量显著低于夏花生秧($P < 0.05$),不可降解真蛋白质(PC)、不可降解碳水化合物(CC)含量极显著低于夏花生秧($P < 0.01$)。由此可见,春花生秧的营养价值优于夏花生秧,且瘤胃降解率均高于夏花生秧,其在瘤胃中的利用率较好,饲用价值更高。

关键词: 奶牛;春花生秧;夏花生秧;营养成分;瘤胃降解率;CNCPS

中图分类号: S816.15

文献标识码: A

文章编号: 1006-267X(2019)04-1823-10

花生(*Arachis hypogaea* Linn.)在我国种植面积广泛,且随着农业种植结构的改变,花生种植面积不断增加,随之而来的是丰富的花生秸秆^[1]。花生秧不仅产量高且营养丰富、价格低廉,是一种优质粗饲料资源^[2-3]。春花生和夏花生麦垄套种是河南地区主要种植方式。河南地区夏直播花生播种于小麦等夏收作物收获后,习惯上称夏花生,春花生一般在4月下旬至5月上中旬播种,夏花生生育期低于春花生。春花生与夏花生由于播种季节

不同,且其生育期长短不同,花生秧营养成分的积累受到温度、光照、降水等气候条件的影响,二者营养成分是否有差异,还未见相关研究。在反刍动物饲料中添加适量花生秧能够提高粗饲料的转化效率、提高生产性能、缩减成本^[4-5];家兔饲料添加适量花生藤粉,不仅能够提高家兔生产性能,还能提高免疫力,降低死亡率^[6]。花生秧不仅可制作青贮、晒制干草,还可与苜蓿、玉米秸秆等粗饲料混合青贮,其营养成分互补,可提高青贮饲料的

收稿日期: 2018-09-26

基金项目: 现代奶牛产业技术体系建设专项资金资助(CARS-36);2016年河南省畜牧业专项补助资金——奶牛业发展(2015)236号

作者简介: 蔡阿敏(1992—),女,河南永城人,硕士研究生,研究方向为动物营养与饲料科学。E-mail: 546341793@qq.com

* 通信作者: 高腾云,教授,博士生导师, E-mail: dairycow@163.com

消化率^[7-8]。充分了解春生秧与夏花生秧的降解特征,并根据不同家畜消化特点,选择适合的加工方式,因地制宜,添加入不同畜禽饲料中,能够有效提高花生秧的利用率,不仅能有效缓解我国粗饲料匮乏现状,还能缓解秸秆焚烧、堆放造成的生态环境压力。因此,本试验测定并比较春花生秧与夏花生秧的营养成分,及其在奶牛瘤胃中降解率的差异,并运用康奈尔净碳水化合物-蛋白质体系(CNCPS)计算花生秧的碳水化合物和蛋白质组分,为花生秧的有效利用提供数据参考。

1 材料与方法

1.1 试验地点与材料

试验在郑州科教园区奶牛试验站,试验所用春花生秧样品 16 个,罗汉果品种,黄棕壤土;夏花生秧样品 28 个,罗汉果品种,黄棕壤土,花育 23 品种,沙壤土。自然条件生长,无人工灌溉,饱果成熟期整株收获。

1.2 试验设计与饲养管理

采用单因子试验设计,选择 3 头装有永久性瘤胃瘘管的干奶期的中国荷斯坦奶牛,饲喂相同的全混合日粮(TMR),于 05:00、17:00 饲喂,自由饮水。饲料组成及营养水平见表 1,精料补充料组成及营养水平见表 2。

1.3 指标测定

1.3.1 常规营养成分含量的测定

样品干物质(DM)、粗脂肪(EE)、粗灰分(Ash)、钙(Ca)、磷(P)含量分别参照 GB/T 6435—2006、GB/T 6433—2006、GB/T 6438—2007、GB/T 6436—2002、GB/T 6437—2002 方法测定;粗蛋白质(CP)含量经全自动凯氏定氮仪(K9860,济南海能仪器有限公司)测定;中性洗涤纤维(NDF)、酸性洗涤纤维(ADF)和酸性洗涤木质素(ADL)含量采取滤袋法(ANKOM A200i 型半自动纤维分析仪,美国 Ankom 公司)测定;总能(GE)采用氧弹测热法(ZDHW-8000 微机全自动量热仪,鹤壁华诺电子科技有限公司)测定;参考 Licitra 等^[10]的方法测定非蛋白氮(NPN)和可溶性蛋白(SCP)含量;中性洗涤不溶氮(NDFIP)和酸性洗涤不溶氮(ADFIP)含量的测定:滤袋法测定 NDF 和 ADF 后的样品残渣,采用全自动凯氏定氮法测定残渣中的含氮量,即为样品的 NDFIP 和 ADFIP 含量(ANKOM A200i 型半自动纤维分析,美国 Ankom 公司;K9860 全自动凯氏定氮仪,济南海能仪器有限公司);蒽酮比色法测定淀粉(Starch)含量^[11](TU-1810 系列紫外可见分光光度计,北京普析通用仪器有限责任公司)。

表 1 饲料组成及营养水平(干物质基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of the diet (DM basis)

%

原料 Ingredients	含量 Content	营养水平 Nutrient levels	含量 Content
玉米青贮 Corn silage	30.5	粗蛋白质 CP	17.70
燕麦草 Oat grass	7.1	粗脂肪 EE	4.73
苜蓿干草 Alfalfa hay	14.0	中性洗涤纤维 NDF	47.60
精料补充料 Concentrate supplement	48.4	酸性洗涤纤维 ADF	36.10
合计 Total	100.0	产奶净能 $NE_L/(MJ/kg)^{[9]}$	5.43

营养水平为计算值。表 2 同。

Nutrient levels were calculated values. The same as Table 2.

1.3.2 瘤胃降解率的测定

尼龙袋法测定花生秧瘤胃降解率:采集的花生秧样品,于烘箱中 65 °C 烘干,粉碎烘干花生秧过 6 目筛,准确称取 5.0 g 样品,装入孔径为 50 μm、大小为 8 cm×12 cm 规格的尼龙袋中,橡皮筋扎紧袋口;准备 1 根长约 50 cm 的聚氯乙烯塑料管,距端口 2 cm 处划开一道裂缝,另一端打孔系尼龙绳;每 2 个尼龙袋用橡皮筋固定于 1 根聚氯乙

烯塑料管裂缝处,于同一时间点(晨饲前 2 h)将 21 根塑料管投入 3 头试验牛瘤胃中,每头牛投入 7 根,并在投入后 4、8、16、24、36、48、72 h 各取出 1 根管,取下尼龙袋,立即用冷水缓缓冲洗,直至尼龙袋洗净为止,并 65 °C 条件下烘干,测定尼龙袋中样品的 DM、CP、NDF 和 ADF 含量。另取装样的尼龙袋不投入瘤胃,只用水清洗,作为空白对照。

表 2 精料补充料组成及营养水平(干物质基础)

Table 2 Composition and nutrient levels of the concentrate supplement (DM basis)

%

原料 Ingredients	含量 Content	营养水平 Nutrient levels	含量 Content
玉米 Corn	47.8	粗蛋白质 CP	17.10
豆粕 Soybean meal	7.6	粗脂肪 EE	4.63
花生饼 Peanut cake	9.7	中性洗涤纤维 NDF	15.92
麸皮 Wheat bran	16.7	酸性洗涤纤维 ADF	9.37
玉米干酒糟及其可溶物 Corn DDGS	14.2	钙 Ca	0.84
预混料 Premix	4.0	磷 P	0.39
合计 Total	100.0		

每千克预混料含 One kg of the premix contained the following: Fe 2 490 mg ,Cu 615 mg ,Mn 2 001 mg ,Zn 1 668 mg ,VA 500 000 IU ,VD 50 000 IU ,VE 2 500 IU ,生物素 biotin 500 IU ,NaCl 0.003~0.005 kg。

1.3.3 瘤胃降解率的计算

实时降解率的计算公式如下:

某时间点某养分实时降解率(%) = [(样品中该养分的含量 - 某时间点降解后该养分的含量) / 样品中该养分的含量] × 100。

降解参数参照 Ørskov 等^[12]的方法计算,公式如下:

$$P = a + b(1 - e^{-ct})$$

式中: P 为实时降解率(%); a 为快速降解部分(%); b 为慢速降解部分(%); c 为慢速降解部分的降解速率(%/h); t 为饲料在瘤胃内的滞留时间(h)。

有效降解率计算公式如下:

$$ED(\%) = a + bc / (c + k)$$

式中: ED 为有效降解率; a 为快速降解部分(%); b 为慢速降解部分(%); c 为慢速降解部分的降解速率(%/h); k 为饲料成分的瘤胃外流速率,取 0.025 3%/h^[13]。

1.3.4 CNCPS 组分的计算

参照 Sniffen 等^[14]的方法计算花生秧的 CNCPS 组分。

碳水化合物组分:

$$\text{CHO}(\% \text{DM}) = 100 - \text{CP}(\% \text{DM}) - \text{EE}(\% \text{DM}) - \text{Ash}(\% \text{DM});$$

$$\text{CC}(\% \text{CHO}) = 100 \times [\text{NDF}(\% \text{DM}) \times 0.01 \times \text{ADL}(\% \text{NDF}) \times 2.4] / \text{CHO}(\% \text{DM});$$

$$\begin{aligned} \text{CB2}(\% \text{CHO}) &= 100 \times [\text{NDF}(\% \text{DM}) - \text{NDFIP}(\% \text{CP}) \times 0.01 \times \text{CP}(\% \text{DM}) - \text{NDF}(\% \text{DM}) \times 0.01 \times \text{ADL}(\% \text{NDF}) \times 2.4] / \text{CHO}(\% \text{DM}); \end{aligned}$$

$$\text{NSC}(\% \text{CHO}) = 100 - \text{CB2}(\% \text{CHO}) - \text{CC}(\% \text{CHO});$$

$$\text{CB1}(\% \text{CHO}) = \text{Starch}(\% \text{NSC}) \times [100 - \text{CB2}(\% \text{CHO}) - \text{CC}(\% \text{CHO})] / 100;$$

$$\text{CA}(\% \text{CHO}) = [100 - \text{Starch}(\% \text{NSC})] \times [100 - \text{CB2}(\% \text{CHO}) - \text{CC}(\% \text{CHO})] / 100。$$

式中: CHO 为碳水化合物; CA 为快速降解碳水化合物; CB1 为中速降解碳水化合物; CB2 为慢速降解碳水化合物; CC 为不可降解碳水化合物; NSC 非结构性碳水化合物。饲料中不可消化纤维的数量为木质素的 2.4 倍。

蛋白质组分:

$$\text{PA}(\% \text{CP}) = \text{NPN}(\% \text{SCP}) \times 0.01 \times \text{SCP}(\% \text{CP});$$

$$\text{PB1}(\% \text{CP}) = \text{SCP}(\% \text{CP}) - \text{PA}(\% \text{CP});$$

$$\text{PC}(\% \text{CP}) = \text{ADFIP}(\% \text{CP});$$

$$\text{PB3}(\% \text{CP}) = \text{NDFIP}(\% \text{CP}) - \text{ADFIP}(\% \text{CP});$$

$$\text{PB2}(\% \text{CP}) = 100 - \text{PA}(\% \text{CP}) - \text{PB1}(\% \text{CP}) - \text{PB3}(\% \text{CP}) - \text{PC}(\% \text{CP})。$$

式中: PA 为 NPN; PB1 为快速降解真蛋白质; PB2 为中速降解真蛋白质; PB3 为慢速降解真蛋白质; PC 为不可降解真蛋白质。

1.4 数据处理与分析:

试验数据经 Excel 2016 整理和计算,SPSS 22.0 进行独立样本 t 检验分析,结果以平均值 ± 标准差表示。 $P < 0.05$ 为差异显著。

2 结果与分析

2.1 春花生秧与夏花生秧的营养成分差异

如表 3 所示,春花生秧的 CP、Ash、Ca、SCP 含量极显著高于夏花生秧($P < 0.01$),ADF、NDF、ADL 含量和 GE 极显著低于夏花生秧($P < 0.01$),P 含量显

著低于夏花生秧 ($P < 0.05$)。春花生秧的 EE、NPN 含量高于夏花生秧, ADFIP 和 NDFIP 含量

表 3 春花生秧与夏花生秧的营养成分差异(干物质基础)

Table 3 Difference of nutrient composition between spring-grown peanut vine and summer-grown peanut vine (DM basis)

%

项目 Items	春花生秧 Spring-grown peanut vine (n=16)	夏花生秧 Summer-grown peanut vine (n=28)
粗蛋白质 CP	10.44±1.38 ^A	7.16±1.39 ^B
中性洗涤纤维 NDF	37.70±6.94 ^B	55.43±10.37 ^A
酸性洗涤纤维 ADF	34.50±5.72 ^B	51.55±10.32 ^A
粗灰分 Ash	16.80±9.30 ^A	10.56±2.15 ^B
钙 Ca	1.57±0.21 ^A	1.15±0.35 ^B
磷 P	0.07±0.02 ^b	0.10±0.05 ^a
粗脂肪 EE	2.41±1.39	2.06±0.98
总能 GE/(MJ/kg)	14.90±1.48 ^B	15.90±0.69 ^A
中性洗涤不溶氮 NDFIP	2.17±0.78	2.32±0.70
酸性洗涤不溶氮 ADFIP	1.43±0.39	1.60±0.52
非蛋白氮 NPN	2.17±0.78	1.80±0.60
可溶性蛋白 SCP	3.87±1.11 ^A	2.58±0.68 ^B
酸性洗涤木质素 ADL	7.93±1.71 ^B	11.68±1.84 ^A
淀粉 Starch	0.00	0.00

同行数据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 ($P < 0.01$) 相同或无字母表示差异不显著 ($P > 0.05$)。下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference ($P < 0.05$), and with different capital letter superscripts mean significant difference ($P < 0.01$), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference ($P > 0.05$). The same as below.

2.2 春花生秧与夏花生秧 DM 瘤胃实时降解率及降解参数的差异

如表 4 所示,春花生秧与夏花生秧的 DM 实时降解率随培养时间的延长均逐渐增加,春花生秧的 24 h 实时降解率显著高于夏花生秧 ($P < 0.05$), 36、48、72 h 实时降解率极显著高于夏花生秧 ($P < 0.01$),慢速降解部分比例极显著高于夏花生秧 ($P < 0.01$),有效降解率显著高于夏花生秧 ($P < 0.05$)。这表明春花生秧的 DM 在瘤胃中的利用率较高。

2.3 春花生秧与夏花生秧 CP 瘤胃实时降解率及降解参数的差异

如表 5 所示,春花生秧与夏花生秧的 CP 实时降解率随培养时间的延长均逐渐增加,春花生秧的 36、48、72 h 实时降解率极显著高于夏花生秧 ($P < 0.01$),快速降解部分比例显著低于夏花生秧 ($P < 0.05$),慢速降解部分比例极显著高于夏花生秧 ($P < 0.01$),有效降解率显著高于夏花生秧 ($P < 0.05$)。这表

明春花生秧的 CP 在瘤胃中的利用率较高。

2.4 春花生秧与夏花生秧 NDF 瘤胃实时降解率及降解参数的差异

如表 6 所示,春花生秧与夏花生秧的 NDF 实时降解率随培养时间的延长均逐渐增加,春花生秧的 36 h 实时降解率极显著高于夏花生秧 ($P < 0.01$),48、72 h 实时降解率显著高于夏花生秧 ($P < 0.05$),慢速降解部分比例和有效降解率显著高于夏花生秧 ($P < 0.05$)。这表明春花生秧的 NDF 更易于被瘤胃微生物消化利用。

2.5 春花生秧与夏花生秧 ADF 瘤胃实时降解率及降解参数的差异

如表 7 所示,春花生秧与夏花生秧的 ADF 实时降解率随培养时间的延长均逐渐增加,春花生秧的 36、72 h 实时降解率极显著高于夏花生秧 ($P < 0.01$),48 h 实时降解率显著高于夏花生秧 ($P < 0.05$),慢速降解部分比例极显著高于夏花生秧 ($P < 0.01$),有效降解率显著高于夏花生秧 ($P <$

0.05)。这表明春花生秧的 ADF 更易于被瘤胃微生物消化利用。

表 4 春花生秧与夏花生秧 DM 瘤胃实时降解率及降解参数的差异

Table 4 Difference of real-time degradation rate and degradation parameter of DM in rumen between spring-grown peanut vine and summer-grown peanut vine

项目 Items	春花生秧 Spring-grown peanut vine (n = 16)	夏花生秧 Summer-grown peanut vine (n = 28)
实时降解率 Real-time degradation rate/%		
4 h	18.53±3.53	17.64±3.33
8 h	27.79±8.82	22.03±8.13
16 h	35.93±12.14	30.80±11.14
24 h	49.98±10.36 ^a	38.76±11.47 ^b
36 h	58.68±6.87 ^A	42.59±11.38 ^B
48 h	61.82±6.15 ^A	44.61±11.99 ^B
72 h	63.83±5.62 ^A	48.15±10.17 ^B
降解参数 Degradation parameter		
a/%	5.46±3.48	8.30±3.65
b/%	63.43±6.82 ^A	45.10±10.75 ^B
c/(%/h)	0.08±0.07	0.05±0.03
r ²	0.97	0.96
ED/%	51.26±7.86 ^a	37.39±9.69 ^b

a: 快速降解部分; b: 慢速降解部分; c: 慢速降解部分的降解速率; r²: 相关系数; ED: 有效降解率。表 5 至表 7 同。

a: rapid degradation fraction; b: slow degradation fraction; c: degradation rate of slow degradation fraction; r²: correlation coefficient; ED: effective degradation rate. The same as Table 5 to Table 7.

表 5 春花生秧与夏花生秧 CP 瘤胃实时降解率及降解参数的差异

Table 5 Difference of real-time degradation rate and degradation parameter of CP in rumen between spring-grown peanut vine and summer-grown peanut vine

项目 Items	春花生秧 Spring-grown peanut vine (n = 16)	夏花生秧 Summer-grown peanut vine (n = 28)
实时降解率 Real-time degradation rate/%		
4 h	24.13±4.11	24.56±6.94
8 h	35.76±8.53	32.74±6.83
16 h	49.28±13.06	49.37±10.98
24 h	68.35±8.45	57.46±12.52
36 h	78.98±5.17 ^A	60.54±12.14 ^B
48 h	79.82±4.84 ^A	62.38±11.95 ^B
72 h	80.96±6.04 ^A	64.29±10.90 ^B
降解参数 Degradation parameter		
a/%	3.92±2.16 ^b	6.94±2.40 ^a
b/%	81.93±5.30 ^A	57.79±14.29 ^B
c/(%/h)	0.07±0.03	0.09±0.04
r ²	0.97±0.03	0.97±0.02
ED/%	61.51±4.99 ^a	51.06±8.92 ^b

表 6 春花生秧与夏花生秧 NDF 瘤胃实时降解率及降解参数的差异
Table 6 Difference of real-time degradation rate and degradation parameter of NDF in rumen between spring-grown peanut vine and summer-grown peanut vine

项目 Items	春花生秧 Spring-grown peanut vine (n=16)	夏花生秧 Summer-grown peanut vine (n=28)
实时降解率 Real-time degradation rate/%		
4 h	15.93±3.71	13.30±2.05
8 h	20.32±5.05	18.45±5.26
16 h	27.96±8.64	22.22±6.54
24 h	37.86±6.54	28.55±8.92
36 h	45.89±6.86 ^A	31.11±8.36 ^B
48 h	48.88±5.87 ^a	36.87±9.24 ^b
72 h	51.11±6.29 ^a	42.36±5.49 ^b
降解参数 Degradation parameter		
a/%	6.84±3.18	7.72±2.03
b/%	48.98±7.24 ^a	38.05±4.02 ^b
c/(%/h)	0.05±0.02	0.10±0.17
r ²	0.97±0.03	0.96±0.01
ED/%	38.25±6.34 ^a	31.48±6.19 ^b

表 7 春花生秧与夏花生秧 ADF 瘤胃实时降解率及降解参数的差异
Table 7 Difference of real-time degradation rate and degradation parameter of ADF in rumen between spring-grown peanut vine and summer-grown peanut vine

项目 Items	春花生秧 Spring-grown peanut vine (n=16)	夏花生秧 Summer-grown peanut vine (n=28)
实时降解率 Real-time degradation rate/%		
4 h	14.90±3.15	15.99±4.21
8 h	19.14±5.86	18.49±6.84
16 h	27.86±9.00	24.50±8.62
24 h	38.08±7.67	32.45±9.78
36 h	47.47±4.79 ^A	35.08±8.32 ^B
48 h	49.57±5.27 ^a	38.19±9.64 ^b
72 h	52.83±3.13 ^A	41.68±6.78 ^B
降解参数 Degradation parameter		
a/%	4.90±2.24	9.09±4.61
b/%	53.28±6.97 ^A	38.77±5.62 ^B
c/(%/h)	0.04±0.02	0.04±0.02
r ²	0.97±0.03	0.96±0.02
ED/%	37.42±4.48 ^a	30.64±7.03 ^b

2.6 春花生秧与夏花生秧 CNCPS 蛋白质和碳水化合物组分含量的差异

如表 8 所示,春花生秧的快速降解真蛋白质(PB1)、中速降解真蛋白质(PB2)含量极显著高于夏花生秧($P<0.01$),NPN(PA)含量显著低于夏花生秧($P<0.05$),不可降解真蛋白质(PC)含量极显

著低于夏花生秧($P<0.01$)。春花生秧的快速降解碳水化合物(CA)、非结构性碳水化合物(NSC)含量极显著高于夏花生秧($P<0.01$),碳水化合物、慢速降解碳水化合物(CB2)含量显著低于夏花生秧($P<0.05$),不可降解碳水化合物(CC)含量极显著低于夏花生秧($P<0.01$)。

表 8 春花生秧与夏花生秧 CNCPS 蛋白质和碳水化合物组分含量的差异
Table 8 Difference of protein and carbohydrate component contents of CNCPS between
spring-grown peanut vine and summer-grown peanut vine

项目 Items	春花生秧 Spring-grown peanut vine (n=16)	夏花生秧 Summer-grown peanut vine (n=28)
蛋白质组分 Protein composition/%CP		
非蛋白氮 PA	20.62±6.21 ^b	25.37±6.53 ^a
快速降解真蛋白质 PB1	16.19±5.76 ^A	10.51±4.88 ^B
中速降解真蛋白质 PB2	42.63±11.07 ^A	30.79±9.33 ^B
慢速降解真蛋白质 PB3	6.42±6.88	9.44±7.08
不可降解真蛋白质 PC	14.13±4.81 ^B	35.08±8.32 ^A
碳水化合物组分 CHO composition		
碳水化合物 CHO/% DM	70.33±11.60 ^b	78.86±4.19 ^a
快速降解碳水化合物 CA/% CHO	45.05±8.54 ^A	27.02±11.88 ^B
中速降解碳水化合物 CB1/% CHO	0.00	0.00
慢速降解碳水化合物 CB2/% CHO	32.96±8.07 ^b	36.12±7.50 ^a
不可降解碳水化合物 CC/% CHO	25.81±9.97 ^B	37.85±10.52 ^A
非结构性碳水化合物 NSC/%CHO	45.05±8.54 ^A	27.02±11.88 ^B

3 讨论

3.1 春花生秧与夏花生秧营养成分差异

花生秧作为一种优质秸秆饲料资源,其营养价值受收获季节及气候条件等的影响^[14]。本试验中,春花生秧的 CP、ADF、NDF、EE、Ash 含量分别为 10.44%、34.50%、37.70%、2.41%、16.80%,与李洋等^[15]研究中花生秧各营养成分含量相比,CP、EE、Ash 含量较高,ADF、NDF 含量较低,夏花生秧 CP 含量为 7.16%,与李洋等^[15]研究中测得结果相似,ADF、NDF 和 EE 含量则相对较高。春花生秧与夏花生秧相比,CP 含量较高,而纤维含量低,饲喂价值优于夏花生秧。夏花生播种于小麦等夏收作物收获后,即 6 月中旬左右,生育期 110 d 左右,所处季节温度较高,降水量相对较多;春花生一般在 4 月下旬至 5 月上中旬播种,生育期一般在 120~140 d,温度适宜。播种时节的差异、花生秧生育期所处温热条件不同、降水量不同,对花生的各生育阶段的 DM 积累和光合势产生影响,使得春花生秧与夏花生秧营养成分不同。

3.2 春花生秧与夏花生秧 DM 和 CP 瘤胃降解率的差异

DM 的降解率会影响 DM 的采食量,粗饲料的降解率与饲料本身的营养成分组成有关,与饲草相比,秸秆类饲料 CP 含量相对较低,纤维含量偏

高,影响瘤胃 DM 降解率^[16]。本试验结果中,春花生秧与夏花生秧的 DM 降解率随瘤胃中培养时间的延长逐渐增延长,最终趋于稳定,与前人研究结果^[16]一致。本结果显示,春花生秧与夏花生秧在 24 h 后 DM 降解速率显著提高,表明花生秧的降解主要集中在慢速降解阶段,这可能与花生秧的纤维含量较高有关。春花生秧 DM 实时降解率及有效降解率均高于夏花生秧。饲草在瘤胃内,经瘤胃微生物及其所分泌的酶降解,饲草化学结构不同,其降解程度有所差异,夏花生秧的纤维含量高,而 CP 含量较低,是其有效降解率较低的原因之一。

饲料 CP 在瘤胃中发酵的难易程度及在瘤胃中的滞留时间决定了 CP 降解率^[13]。本试验结果中,春花生秧与夏花生秧 DM 的有效降解率低于秦雯霄等^[17]研究中的结果(56.49%~59.62%),而 CP 的有效降解率则高于其研究结果(40.45%~47.36%),这可能是由于奶牛个体与饲喂的 TMR 不同,使得尼龙袋内微生物的数量与活性以及周围瘤胃消化环境不同^[18],导致花生秧降解率有差异。本试验中,春花生秧 CP 的有效降解率显著高于夏花生秧,牧草 CP 的降解率与其 CP 含量呈正相关^[19],春花生秧的 CP 含量显著高于夏花生秧,其有效降解率也高于夏花生秧,表明与夏花生秧相比,春花生秧具有更高的饲用价值和应用潜力。

3.3 春花生秧与夏花生秧瘤胃纤维降解率的差异

饲料中某养分降解程度,取决于其性质及其在饲料中的结构,因此饲料中 NDF 和 ADF 在瘤胃内的降解率与其化学组成有关^[20]。本研究中,春花生秧 NDF、ADF 的有效降解率分别为 38.25%、37.42%,高于包淋斌等^[21]研究中花生秸秆在成年锦江黄牛瘤胃中的 NDF、ADF 有效降解率(26.44%、35.38%),而夏花生秧 NDF、ADF 的有效降解率相对较低(31.48%、30.64%)。刘艳芳等^[22]研究了几种常规与非常规饲料在奶牛瘤胃中的降解率,其中花生秧 NDF、ADF 的有效降解率分别为 27.01%、52.02%,与本试验结果相比,NDF 降解率较低,ADF 降解率略高,这可能是由于花生秧来自不同地区以及奶牛饲喂饲料不同所造成的。本研究中,春花生秧的纤维降解率显著高于夏花生秧,可能是由于季节气候原因造成花生秧秸秆的木质素化程度不同。饲草中纤维含量越高,其瘤胃降解率越低,春花生秧的纤维含量显著低于夏花生秧,是春花生秧纤维降解率较高的另一原因。DM 降解率与 CP、ADF、NDF 降解率有一定相关性^[23],且随着粗饲料 NDF 降解率提高奶牛干物质采食量显著升高,产奶量也有显著上升^[24],春花生秧的各养分的降解率均显著高于夏花生秧,说明相比于夏花生秧,春花生秧更易于被消化,饲喂价值更优。

3.4 春花生秧与夏花生秧 CNCPS 蛋白质和碳水化合物组分的差异

CNCPS 作为一种纯化学分析方法,可与粗饲料在瘤胃中的利用情况直接联系起来,反映反刍动物对粗饲料的利用率,更细致准确地反映粗饲料的品质^[25]。春花生秧与夏花生秧相比,PC 含量较低,CP、PB1、PB2 含量较高,这表明春花生秧不仅蛋白质含量较高,且其可消化利用蛋白质也高于夏花生秧,这可能是由于夏花生秧的 ADL 含量高,使得其慢速降解真蛋白质(PB3)和 PC 的含量高于春花生秧。本研究中,春花生秧与夏花生秧的蛋白质组分中,以 PB2 含量最高,表明花生秧蛋白质在瘤胃中的降解以中速降解为主,这与本试验中花生秧瘤胃降解率的结果一致,说明 CNCPS 与瘤胃降解率均可反映粗饲料的营养价值。

本试验中,虽然夏花生秧碳水化合物含量较高,但其 NSC 和 CA 含量却显著低于春花生秧,且夏花生秧的 CC 含量极显著高于春花生秧,这可能

与夏花生秧的 ADL 含量显著高于春花生秧有关。CNCPS 碳水化合物组分的分析表明,春花生秧的碳水化合物可利用性更高,更利于瘤胃降解,作为粗饲料其价值更高。

4 结 论

① 春花生秧的 DM、CP、NDF、ADF 瘤胃有效降解率均显著高于夏花生秧。

② 春花生秧的可利用蛋白质含量高于夏花生秧,碳水化合物在瘤胃中降解率更高。

③ 春花生秧的营养价值优于夏花生秧,是较好的粗饲料资源。

参考文献:

- [1] 聂胜委,郭占玲,张巧萍,等.河南省作物秸秆资源利用现状分析及对策[J].山西农业科学,2015,43(5):599-602.
- [2] 王俊宏,郑向丽,徐国忠.花生秸秆在饲料中的应用探讨[C]//中国草学会青年工作委员会学术研讨会论文集(上册).上海:中国草学会青年工作委员会,2010:362-365.
- [3] 罗志忠,刘利晓,李洪波,等.不同收获时间、高度对花生秧营养价值的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2015(22):140-141.
- [4] ABDON N,NSAHLAI I V,CHIMONYO M.Effects of groundnut haulms supplementation on millet stover intake,digestibility and growth performance of lambs[J].Animal Feed Science and Technology,2011,169(3/4):176-184.
- [5] 张峰,李保普,王昆,等.花生秧的营养特点及其在畜牧生产中的应用[J].中国饲料,2006(11):38-39.
- [6] 闫建义,朱晓蕾,朱迎春.花生壳粉发酵饲料对家兔生长效果及免疫指数影响的研究[J].中国畜牧兽医文摘,2013,29(12):195-196.
- [7] QIN M Z,SHEN Y X.Effect of application of a bacteria inoculant and wheat bran on fermentation quality of peanut vine ensiled alone or with corn Stover[J].Journal of Integrative Agriculture,2013,12(3):556-560.
- [8] 秦利.花生秧、壳在饲料行业中的应用现状[J].草业科学,2011,28(11):2057-2060.
- [9] 中华人民共和国农业部.NY/T 34—2004 奶牛饲养标准[S].北京:中国农业出版社,2004.
- [10] LICITRA G,HERNANDEZ T M,VAN SOEST P J.Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds[J].Animal Feed Science and Technology,1996,57(4):347-358.

- [11] 周俊华, 邹优敬, 宁俊平, 等. 粗饲料淀粉含量测定方法的比较研究 [J]. 广西畜牧兽医, 2013, 29(6): 323-325.
- [12] ØRSKOV E R, MCDONALD I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage [J]. The Journal of Agricultural Science, 1979, 92(2): 499-503.
- [13] TURGUT L, YANAR M. *In situ* dry matter and crude protein degradation kinetics of some forages in Eastern Turkey [J]. Small Ruminant Research, 2004, 52(3): 217-222.
- [14] SNIFFEN C J, O'CONNOR J D, VAN SOEST P J, et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability [J]. Journal of Animal Science, 1992, 70(11): 3562-3577.
- [15] 李洋, 龚秀静, 张幸怡, 等. 非常规粗饲料分级指数和相对价值比较研究 [J]. 东北农业大学学报, 2016, 47(2): 54-60.
- [16] 陈晓琳, 刘志科, 孙娟, 等. 不同牧草在肉羊瘤胃中的降解特性研究 [J]. 草业学报, 2014, 23(2): 268-276.
- [17] 秦雯霄, 廉红霞, 付彤, 等. 玉米青贮与花生秧配比对奶牛瘤胃中花生秧降解特性的影响 [J]. 动物营养学报, 2015, 27(6): 1928-1935.
- [18] OCAK N. Rumen degradability of dry matter and crude protein of fresh or dry lucerne and grass forages [J]. Journal of Animal and Veterinary Advances, 2005, 4(2): 324-328.
- [19] 刘大林, 赵国琦, 王学峰, 等. 豆科与禾本科牧草在羊瘤胃内的降解率比较试验 [J]. 四川畜牧兽医, 2000, 27(3): 19-21.
- [20] AGBAGLA-DOHNANI A, NOZIÈRE P, CLÉMENT G, et al. *In sacco* degradability, chemical and morphological composition of 15 varieties of European rice straw [J]. Animal Feed Science and Technology, 2001, 94(1/2): 15-27.
- [21] 包淋斌, 黎力之, 潘柯, 等. 花生藤在锦江黄牛瘤胃降解率测定 [J]. 饲料研究, 2015(11): 34-38.
- [22] 刘艳芳, 马健, 都文, 等. 常规与非常规粗饲料在奶牛瘤胃中的降解特性 [J]. 动物营养学报, 2018, 30(4): 1592-1602.
- [23] KAMRA D N, SAHA S, BHATT N, et al. Effect of diet on enzyme profile, biochemical changes and *in sacco* degradability of feeds in the rumen of buffalo [J]. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 2003, 16(3): 374-379.
- [24] 范钰. 日粮中 NDF 水平及粗饲料 NDF 降解率对奶牛采食量及生产性能的影响的研究 [D]. 硕士学位论文. 泰安: 山东农业大学, 2014: 25-26.
- [25] 云颖, 赵苗苗, 双胡尔, 等. 刈割期和添加剂对苜蓿青贮发酵品质和 CNCPS 蛋白组分的影响 [J]. 草业科学, 2017, 34(10): 2149-2156.

Evaluation of Nutrient Value and Comparison of Rumen Degradation Rate between Spring-Grown Peanut Vine and Summer-Grown Peanut Vine

CAI Amin XUE Xiao ZHAO Jiahao LIAN Hongxia FU Tong GAO Tengyun*

(College of Animal Science and Veterinary Medicine, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450046, China)

Abstract: This experiment was conducted to study the routine nutrient composition of spring-grown peanut vine and summer-grown peanut vine, and to evaluate the nutrient values and their degradation characteristics difference in rumen of cows using Cornell net carbohydrate and protein system (CNCPS). Sixteen spring-grown peanut vine and twenty-eight summer-grown peanut vine were collected from Henan province, and the contents of dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), ether extract (EE), calcium (Ca), phosphorus (P), crude ash (Ash), acid detergent lignin (ADL), starch, NDF insoluble protein (NDFIP), ADF insoluble protein (ADFIP), non-protein nitrogen (NPN) and soluble protein (SCP) and gross energy (GE) were determined. Three Chinese dry Holstein dairy cows fitted with permanent rumen cannula were selected to feed the same total mixed ration (TMR), the degradation rates of DM, CP, NDF and ADF of peanut vine in 72 h in rumen were determined by the nylon bag technique, and their degradation parameters and effective degradation rate were figured out, the carbohydrate and protein components were calculated using CNCPS, and evaluated the nutrient values of peanut vine. The results showed as follows: 1) the contents of CP, Ash, Ca and SCP in spring-grown peanut vine were significantly higher than those of summer-grown peanut vine ($P < 0.01$), the contents of NDF, ADF, ADL and GE were significantly lower than those of summer-grown peanut vine ($P < 0.01$), and the P content was significantly lower than that of summer-grown peanut vine ($P < 0.05$). 2) The effective degradation rates of DM, CP, NDF and ADF of spring-grown peanut vine were significantly higher than those of summer-grown peanut vine ($P < 0.05$). 3) The contents of rapid degradation true protein (PB1), medium degradation true protein (PB2), rapid degradation carbohydrate (CA) and non-structural carbohydrate (NSC) in spring-grown peanut vine were significantly higher than those in summer-grown peanut vine ($P < 0.01$), the contents of NPN (PA), carbohydrate and medium degradation carbohydrate (CB2) was significantly lower than those in summer-grown peanut vine ($P < 0.05$), and the contents of non-degradation true protein (PC) and non-degradation carbohydrate (CC) were significantly lower than those in summer-grown peanut vine ($P < 0.01$). Thus, the nutrient values of spring-grown peanut vine is superior to that of summer-grown peanut vine, and the rumen degradation rates are higher than that of summer-grown peanut vine, which has relatively high utilization rate in rumen and the feeding value is higher. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2019, 31 (4): 1823-1832]

Key words: dairy cows; spring-grown peanut vine; summer-grown peanut vine; nutrient composition; rumen degradation rate; CNCPS

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

(责任编辑 武海龙)