

苜蓿、白三叶对黄粉虫生长性能及体成分的影响

闫景彩, 吴 磊, 石艳兰

(湖南农业大学 教育部饲料安全与高效利用工程研究中心, 湖南 长沙 410128)

摘要:选用 5~6 龄黄粉虫(*Tenebrio molitor*)幼虫,采用单因素随机设计,2 个试验组[白三叶(*Trifolium repens*)组,饲喂白三叶干草;苜蓿(*Medicago sativa*)组,饲喂苜蓿干草],1 个对照组[小麦(*Triticum aestivum*)麸组,饲喂小麦麸],研究白三叶干草、苜蓿干草饲粮对黄粉虫幼虫生长性能及体成分的影响。结果表明,白三叶组采食量正常,苜蓿组采食量极低,约为小麦麸组的 1/4;3 个参试组间虫体增质量、氮沉积量、脂肪沉积量差异均达显著水平($P < 0.01$),顺序为苜蓿组 < 白三叶组 < 对照组;试验结束时 3 个参试组间虫体粗蛋白含量、粗脂肪含量差异均达显著水平,分别表现为苜蓿组 > 白三叶组 > 对照组、苜蓿组 < 白三叶组 < 对照组,总能值差异不显著($P > 0.05$);2 个试验组间死亡率及化蛹率无显著差异,均显著低于对照组($P < 0.01$)。

关键词:黄粉甲幼虫;白三叶干草;苜蓿干草;生长性能;虫体成分

中图分类号:S816.32;S899.9

文献标识码:A

文章编号:1001-0629(2010)09-0150-05

*¹ 黄粉虫(*Tenebrio molitor*)为鞘翅目拟步甲科粉甲属昆虫,由于其易于养殖,用途广泛,在饲料、食品、生物实验材料、化工、医药、农业等领域都已得以利用^[1-3]。近年来,黄粉虫养殖在国内逐渐趋热,已成为继桑蚕、蜜蜂等传统昆虫产业之后的又一个重要的资源昆虫产业。从黄粉虫食性来看^[4],牧草应该成为其饲料的重要组分,但关于牧草对黄粉虫营养价值的研究尚未见报道。为了丰富黄粉虫饲料资源,提高黄粉虫养殖的经济效益,很有必要开展牧草饲粮对黄粉虫生长发育影响的研究。苜蓿(*Medicago sativa*)和白三叶(*Trifolium repens*)分别是我国北方地区和南方地区的代表性豆科牧草,本研究通过饲养试验,评定苜蓿干草、白三叶干草饲粮对黄粉虫采食量、体增质量、蛋白质沉积量、脂肪沉积量、体蛋白含量、体脂肪含量、死亡率和化蛹率的影响,以期合理利用苜蓿、白三叶养殖黄粉虫提供依据。

1 材料与方法

1.1 饲料准备 收获花期的白三叶、苜蓿,剪切成 0.5~1.0 cm 草段,制成风干草。为便于在试验过程中筛分虫粪与采食余剩饲料,在备料时特用孔径为 0.425 mm 的分样筛对苜蓿干草、白三

叶干草、市售小麦(*Triticum aestivum*)麸过筛,取筛上物作为饲喂材料,并测定粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、粗灰分及总能含量(表 1)。

1.2 试验设计 采用单因素随机设计,按饲料种类分成 2 个试验组(白三叶组,饲喂白三叶干草;苜蓿组,饲喂苜蓿干草),1 个对照组(小麦麸组,饲喂小麦麸),3 次重复,研究以白三叶干草、苜蓿干草、小麦麸为饲粮时黄粉虫幼虫的生产性能、生长发育状况及体成分变化。

1.3 饲养 选用 5~6 龄黄粉虫幼虫进行试验,首先随机抽样 5 次重复测定平均百头虫活体质量、风干质量,然后按 1 500 头虫年均活体质量为 1 个样本随机分取试样,饲养密度 1.87 头/cm²^[5];过量投料^[6],投料时用水调节饲料至约 40%含水量;环境温度控制在 20~25℃,相对湿度 65%^[7];试验期为 14 d。其间准确称量投料量、剩余饲料量,记录死虫数、化蛹数,及时对剩料、死虫、蛹作烘干处理(60±2)℃;试验期末停食 6 h,

* 收稿日期:2010-06-04

基金项目:湖南省科技厅计划项目(2004NK3026);湖南省教育厅资助科研项目(07C353)

作者简介:闫景彩(1963-),女,贵州遵义人,副教授,博士。
E-mail: yxc300@yahoo.com.cn

表 1 饲粮的营养成分含量及能量水平

组别	粗蛋白(%)	粗脂肪(%)	粗纤维(%)	粗灰分(%)	无氮浸出物(%)	总能(kJ/g)
白三叶干草	20.70	3.01	22.86	8.27	43.05	18.78
苜蓿干草	24.61	3.36	27.70	7.16	35.12	19.61
小麦麸	17.85	0.40	29.97	6.96	43.06	18.04

注:所有测定均为干物质基础。

然后测各试样百虫年均活体质量,风干体质量;最后测定饲料及各试样剩余饲料、虫体(含死虫及蛹)的干物质、氮、粗脂肪含量及总能值。

1.4 数据分析 用 SPSS 15.0 软件对数据进行差异分析及多重比较(SSR 法)。

2 结果与分析

2.1 干物质、氮、能量摄入量 苜蓿组干物质(DM)、氮、能量摄入量十分低下,仅及小麦麸组、

白三叶组的 1/4 强(表 2),显示黄粉虫对苜蓿不喜食。白三叶组干物质摄入量与麦麸组相当($P>0.05$)(表 2),表明白三叶对黄粉虫适口性尚好。3 个参试组粗蛋白、能量摄入量差异均达极显著水平($P<0.01$),顺序为白三叶组>对照组>苜蓿组,差异来自饲料成分及采食总量 2 个方面;2 个试验组摄入能氮比相当($P>0.05$),均显著低于对照组($P<0.01$),差异来自饲料成分含量(表 2)。

表 2 试验组黄粉虫(100 头)物质能量摄入量

组别	干物质(g)	粗蛋白(g)	氮(g)	能量(kJ)	能氮比(kJ/g)
白三叶组	15.98±0.29Aa	3.60±0.07A	0.58±0.01A	306.29±5.52A	531.96±10.45Bb
苜蓿组	4.17±0.16B	1.05±0.05C	0.17±0.01C	84.49±1.66C	503.86±15.18Bb
小麦麸组	15.87±0.46Aa	2.90±0.17B	0.47±0.03B	284.89±6.64B	614.35±23.05Aa

注:同列数据不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$),不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。下表同。

2.2 虫体增质量 试验期内白三叶组虫体增质量(干物质,下同)显著低于小麦麸组($P<0.01$),前者仅及后者的 1/2 略强(表 3)。由前述已知白三叶组的干物质摄入量与小麦麸组相当,因此黄粉虫对 2 种饲料干物质的消化率及营养成分沉积效率可能存在较大差异。

苜蓿组虫体增质量不仅显著低于对照组($P<0.01$),也显著低于白三叶组($P<0.01$),其值仅相当于白三叶组的 1/3 略强(表 3)。干物质摄入量差异应是造成 2 个试验组虫体增质量显著差异的主要原因。

2.3 虫体粗蛋白含量变化及沉积 不同饲料饲喂 14d,3 个参试组间虫体蛋白质含量出现显著

差异($P<0.01$),顺序为苜蓿组>白三叶组>对照组(表 4),这一顺序与饲料粗蛋白含量的顺序一致(表 1),与摄入能/氮比顺序相反(表 2)。3 个参试组黄粉虫粗蛋白沉积量间也差异显著($P<0.01$),表现为苜蓿组<白三叶组<对照组(表 4),与期末黄粉虫体蛋白质的含量大小的顺序相反。

2.4 虫体粗脂肪含量变化及沉积 试期末 3 个参试组间虫体粗脂肪含量差异显著($P<0.01$),其序为苜蓿组<白三叶组<对照组(表 4),与虫体蛋白质的含量大小顺序相反。3 个参试组虫体蛋白质与脂肪的总合均在 70%左右,黄粉虫体蛋白与脂肪 2 成分间呈总量衡稳而相互负相关的趋势。3 个参试组黄粉虫粗脂肪沉积量间也有显著差异($P<0.01$),表现为苜蓿组<白三叶组<对照组(表 4),与虫体粗脂肪含量的大小顺序相同,其中苜蓿组的脂肪沉积量为负值,而白三叶组脂肪沉积量也仅为对照组的 1/4 弱,2 个试验组脂肪(昆虫体内主要的能量物质)沉积效果很差。

表 3 试期黄粉虫(100 头)体增质量(干物质) g

组别	初始体质量	终体质量	增加
白三叶组	1.462	2.61±0.06B	1.15±0.06B
苜蓿组	1.462	1.83±0.06C	0.36±0.06C
小麦麸组	1.462	3.65±0.24A	2.19±0.24A

表 4 黄粉虫(100 头)虫体粗蛋白、粗脂肪总量、含量及沉积量

类项	组别	初始量		终量		沉积量(g)
		总量(g)	含量(%)	总量(g)	含量(%)	
粗蛋白	白三叶组	0.75	51.29	1.44±0.04B	55.07±0.66B	0.69±0.04B
	苜蓿组	0.75	51.29	1.06±0.05C	58.20±0.94A	0.31±0.05C
	小麦麸组	0.75	51.29	1.80±0.13A	49.32±0.56C	1.05±0.13A
粗脂肪	白三叶组	0.300	20.533	0.41±0.01B	15.59±0.32B	0.11±0.01B
	苜蓿组	0.300	20.533	0.23±0.01C	12.87±0.14C	-0.07±0.01C
	小麦麸组	0.300	20.533	0.75±0.04A	20.54±0.18A	0.45±0.04A

表 5 黄粉虫(100 头)虫体能量、能值及沉积能量

组别	初始量		终量		沉积能量 (kJ)	非蛋白质沉积能 (kJ)
	能量(kJ)	能值(kJ/g)	能量(kJ)	能值(kJ/g)		
白三叶组	0.300	20.533	62.77±1.40B	24.07±0.03a	26.85±1.40B	10.63±0.73B
苜蓿组	0.300	20.533	44.8±1.52C	24.57±0.03a	8.95±1.52C	1.54±0.15C
小麦麸组	0.300	20.533	88.45±7.04A	24.24±0.52a	52.54±7.04A	27.70±4.41A

注:非蛋白质沉积能=沉积能-蛋白质质量×蛋白质热值(即 23.64 kJ/g)。

2.5 虫体能量、能值变化及沉积 试期末 3 个参试组间虫体能值差异不显著($P>0.05$);能量差异显著($P<0.01$),其序为苜蓿组<白三叶组<对照组;沉积能、非蛋白质沉积能差异显著($P<0.01$),其序均为苜蓿组<白三叶组<对照组(表 5)。饲喂苜蓿、白三叶没有改变黄粉虫幼虫的虫体能值,但因体增质量低而导致沉积能量低下。苜蓿组的沉积能主要来自于沉积蛋白质含有的能量,沉积蛋白质含有的能量占到总沉积能的 82.79%,由非蛋白成分沉积提供的沉积能量每 100 头仅为(1.54±0.15) kJ,相当于对照组的 5.56%。白三叶组沉积蛋白质所含能量在总沉积能中也有较高的占比,达到 60.41%,其非蛋白质沉积能相当于对照组的 38.38%。小麦麸组非蛋白质沉积能占到总沉积能的 52.72%。

2.6 试期内死亡率及化蛹率 试验期内白三叶组与苜蓿组死亡率相当($P>0.05$),均显著低于对照组。3 个参试组黄粉虫死亡率与体增质量

呈正相关关系($r=0.930,P<0.01$)(图 1)。白三叶组与苜蓿组黄粉虫化蛹率相当($P>0.05$),均显著低于对照组。参试 3 个组黄粉虫化蛹率与体增质量呈正相关关系($r=0.797,P<0.05$)(图 2)。

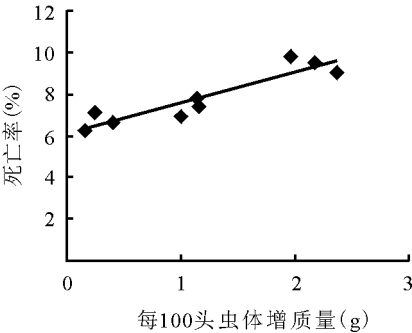


图 1 虫体增质量与死亡率的关系

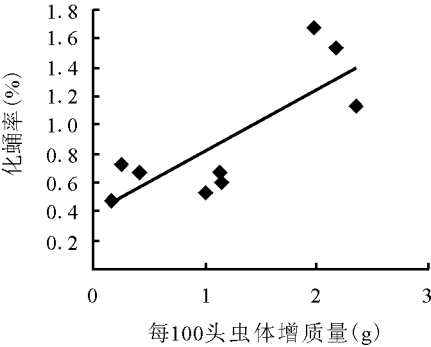


图 2 虫体增质量与化蛹率的关系

表 6 死亡率及化蛹率 %

组别	死亡率	化蛹率
白三叶组	7.38±0.44A	0.60±0.07A
苜蓿组	6.62±0.44A	0.62±0.14A
小麦麸组	9.45±0.37B	1.44±0.28B

3 讨论

3.1 采食量 黄粉虫为广食植食性昆虫,该试验中黄粉虫对白三叶干草采食正常,而对苜蓿干草表现出明显的采食抑制。有研究表明苜蓿皂苷类物质对某些昆虫有抗采食或妨碍食物在肠道中移动的作用^[8-11],这可能是导致黄粉虫对苜蓿采食量低下的重要原因。

3.2 虫体增质量及物质能量沉积 虫体增质量是饲料营养价值的综合体现,与采食量、消化率、沉积效率有关。本试验白三叶组采食量与对照组相当,但虫体增质量极显著低于对照组,表明白三叶对黄粉虫幼虫的综合营养价值远低于小麦麸。从消化率方面看,白三叶中木质素含量较小麦麸高^[12-13],木质素不仅本身不被昆虫消化,还因其在细胞间及细胞壁中的层状分布而妨碍黄粉虫肠道中微生物与纤维素、半纤维素等可消化成分接触,从而降低这些可消化成分的消化率^[14-15]。从营养物质平衡角度看,昆虫最适宜的营养平衡往往与天然食物相适应,当食物被限时,昆虫会通过增大取食量来满足欠缺成分的需要量,并排出摄入的其他过量营养物质,使营养物质总体平衡,这些过多摄入的营养物质不但转化和排泄需要耗能,而且还可能产生特殊的抑制效应^[16]。黄粉虫原为仓储害虫,喜食禾谷类籽实。与禾谷类籽实相比,白三叶干草具有高氮低碳的特点,而小麦麸碳氮比与谷实更为接近。因此对黄粉虫而言,白三叶可能氮盈碳缺,势必导致蛋白质脱氨基,使消化及代谢能耗增加,并使某些物质吸收转化率降低,从而在某种程度上影响黄粉虫虫体物质积累。

3.3 虫体粗蛋白、粗脂肪含量 试验期末虫体粗蛋白含量的大小顺序与 3 组饲粮粗蛋白含量的顺序一致,显示饲粮蛋白含量可在相当大的程度上影响黄粉虫体蛋白质的含量。虽然 3 个参试组虫体蛋白质及脂肪的含量差异极显著,但两成分之合在 70%左右,这与大多数昆虫的情况相符^[17]。

3.4 死亡率及化蛹率 2 个牧草组死亡率极显著低于对照组,死亡率与虫体增质量呈显著正相关关系,高红莉等^[5]对黄粉虫饲养条件的试验也

有类似的虫体增质量与死亡率关系趋势,这与许多研究^[18-19]呈现的不同食料条件下昆虫生长速度与死亡率呈反比的结论相反。因此,有利于昆虫生长的食料并不一定有利于昆虫的存活力。控制昆虫寿命或存活力的因素可能是相当复杂的,从食料营养构成看,可能与蛋白质、能量水平、甾醇、维生素、矿质元素种类及含量等相关^[16]。平衡而充足的营养可促进昆虫的生长发育,缩短发育历期,相反则会延长发育历期。本试验 2 个牧草组黄粉虫的化蛹率极显著低于对照组,化蛹率与虫体增质量显著正相关,表明单纯的白三叶干草或苜蓿干草饲粮可致黄粉虫发育速度减缓。

4 小结

白三叶、苜蓿干草饲粮使黄粉虫增质量缓慢,粗蛋白、粗脂肪、能量沉积效率低。从生产的角度看,2 种牧草均不适于作为黄粉虫幼虫的单纯饲料。另一方面,白三叶、苜蓿饲粮使黄粉虫幼虫体蛋白质含量升高,死亡率降低。因此存在通过控制白三叶、苜蓿在饲粮中的添加量来达成既不影响黄粉虫幼虫增质量速度及物质沉积效率,同时又使其体蛋白含量提高、死亡率降低的可能性。白三叶、苜蓿饲喂黄粉幼虫生长缓慢的原因、饲粮木质素含量对黄粉虫生产性能的影响、黄粉虫饲粮的碳氮适宜比例,以及采食苜蓿、白三叶降低黄粉虫死亡率的机理等都是目前尚缺乏研究而又深具研究价值的问题。

参考文献

- [1] Eraldo M C N. The use of insects in folk medicine in the state of Bahia, Northeastern Brazil, with notes on insects reported elsewhere in Brazilian folk medicine [J]. Human Ecology, 2002, 30(2): 245-263.
- [2] 吴书侠, 林华峰, 李茂业, 等. 黄粉虫饲养中几个重要技术参数的测定 [J]. 经济动物学报, 2009, 13(1): 28-31.
- [3] Pracros P, Lessard F F, Conan L. The early classification of the nutritional value of protein sources by biological tests using two insects found in stored foodstuffs of the Tenebrionidae family: *Tenebrio molitor* L. and *Tribolium confusum* Duval [J]. Plant Foods for Human Nutrition, 1986, 33(2-3): 215-220.

- [4] 肖银波,周祖基,杨伟,等. 饲养条件对黄粉虫幼虫生长及存活的影响[J]. 生态学报, 2003, 23(4): 673-680.
- [5] 高红莉,周文宗,张璐,等. 饲料种类和饲养密度对黄粉虫幼虫生长发育的影响[J]. 生态学报, 2006, 26(10): 3258-3264.
- [6] 周文宗,孙玉传,白宇. 黄粉虫自相残杀特性研究[J]. 特产研究, 2002, 24(4): 27-28.
- [7] Machin J. Water balance in *Tenebrio molitor* L. Larvae; the effect of atmospheric water absorption[J]. Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology, 1976, 101(2): 121-132.
- [8] 樊文娜,王成章,史鹏飞,等. 苜蓿皂甙的研究应用进展[J]. 草业科学, 2008, 25(11): 65-69.
- [9] Adel M M, Sehnal F, Jurzysta M. Effects of alfalfa saponins on the moth *Spodoptera littoralis* [J]. Journal of Chemical Ecology, 2000, 26(4): 1065-1078.
- [10] Sosa M E, Tonn C E. Plant secondary metabolites from Argentinean semiarid lands: bioactivity against insects[J]. Phytochemistry Reviews, 2008, 7(1): 3-24.
- [11] 李彦忠,南志标,王彦荣,等. 苜蓿品种对蓟马的抗性评价[J]. 草业科学, 2006, 23(7): 9-14.
- [12] 中国饲料数据库情报网中心. 中国饲料成分及营养价值表[J]. 中国饲料, 2008(22): 28-37.
- [13] National Research Council. NRC 肉牛综合饲料成分(2001) [EB/OL]. <http://www.chinafeeddata.org.cn/>, 2010-06-04.
- [14] 张俊瑜,王加启,王晶,等. 裹包全混合日粮瘤胃降解特性的研究[J]. 草业科学, 2010, 27(3): 136-143.
- [15] 李勇,郝正里,李发弟,等. 不同组合饲料对绵羊消化代谢的影响[J]. 草业学报, 2009, 18(1): 112-117.
- [16] 王荫长. 昆虫生理学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004: 61-70.
- [17] 文礼章. 食用昆虫学原理与应用[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1998: 29-33.
- [18] 潘锦勇,王兴琴. 不同寄主植物叶片对棉铃虫的生物学和营养效应比较[J]. 植物保护, 2009, 35(3): 74-76.
- [19] 杨富银,陈明,罗进仓,等. 不同饲料对苹果蠹蛾生长发育和繁殖的影响[J]. 植物保护, 2009, 35(5): 62-64.

Effects of alfalfa and white clover diet on growth performance and compositions of *Tenebrio molitor*

YAN Jing-cai, WU Lei, SHI Yan-lan

(Engineering Center for Feed Safety and Efficient Feeding of Education Ministry,

Hunan Agricultural University, Hunan Changsha 410128, China)

Abstract: 5—6th instar mealworm (*Tenebrio molitor*) larvae and a single-factor randomized design were used to study the effects of alfalfa (*Medicago sativa*) and white clover (*Trifolium repens*) diet on growth performance and body compositions of *Tenebrio molitor* with two treatment groups (clover group fed with white clover hay and alfalfa group fed with alfalfa hay) and one control group (wheat bran group fed with wheat bran). The results showed that the dry matter intake of clover group was at the normal level, but that of alfalfa group was far lower than that of control group (about 1/4 of the control). The weight gains, nitrogen depositions, ether extract depositions of mealworm larvae among three groups were significantly different ($P < 0.01$) and the order was alfalfa group < clover group < control group. At the end of experiment, the differences of crude protein contents and ether extract contents of mealworm among three groups were significant ($P < 0.01$); the orders were alfalfa group > clover group > control group, alfalfa group < clover group < control group respectively; the energy value of mealworm among three groups were similar. As for mortalities and pupation rates, there was no significant difference between two treatment groups, but significantly lower ($P < 0.01$) than control group.

Key words: *Tenebrio molitor* larvae; white clover hay; alfalfa hay; growth performance; larvae composition