

地鳖虫后若虫期蛋白质和能量的需要量*

王立新 张树杰 吴伟伟 李得发

(安徽技术师范学院动物科学系 凤阳 233100)

摘要: 为了探索地鳖虫后若虫期对蛋白质、能量等营养物质的需要量,通过双因子交叉分组试验,比较了不同能量、蛋白质水平的配合日粮对地鳖虫后若虫期生长速度和饲料转化率的影响。结果为:在蛋白质水平组中,1、2、3、4、5水平组粗蛋白质含量分别为19.13%、18.09%、17.07%、16.10%、15.13%,日增重与其它水平组差异显著($P < 0.05$)或极显著($P < 0.01$);在能量水平组中,A、B、C水平组消化能为13.27、12.26、11.28 mJ/kg,日增重与其它水平组差异显著($P < 0.05$)或极显著($P < 0.01$)。结合各处理间饲料转化率的差异情况,筛选出地鳖虫后若虫期蛋白质和能量适宜需要量为:粗蛋白15.13%~16.10%,消化能11.28 mJ/kg。

关键词: 地鳖虫;若虫;日增重;饲料转化率

中图分类号: Q493 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2003)05-75-05

The Requirement for Protein and Energy in Later Period Larvae of *Eupolyphaga sinensis*

WANG Li-Xin ZHANG Shu-Jie WU Wei-Wei LI De-Fa

(Anhui Technical Teachers College, Fengyang, Anhui 233100, China)

Abstract: The cross-over design containing two factors (protein and energy) was arranged to compare the effects of different levels of protein and energy of ration formulations on growth rate of late period larvae of *Eupolyphaga sinensis* and the feed conversion efficiency, and then to explore the requirement for protein and energy in late period larvae of *E. sinensis*. The results show that the group I - V based on different levels of protein, with contents of crude protein of 19.13%, 18.09%, 17.07%, 16.10% and 15.13% respectively, has significant differences ($P < 0.05$ or $P < 0.01$) in daily gain. Group A, B, C based on different levels of energy, with digestible energy of 13.27 mJ/kg, 12.26 mJ/kg and 11.28 mJ/kg respectively, has significant differences ($P < 0.05$ or $P < 0.01$) in daily gain. Considering the differences of feed conversion efficiency in each treatment group, it is suggested that the content of crude protein be 15.13% - 16.10%, and digestible energy be 11.28 mJ/kg on late period larvae of *E. sinensis*.

Key words: *Eupolyphaga sinensis*; Larvae; Daily gain; Feed conversion efficiency

地鳖虫又名土元,是我国一味传统中药材,具有多种功效,近几年又有人将其开发为食品。随着野生地鳖虫资源的逐步枯竭和地鳖虫消费量的增加,地鳖虫养殖业逐步向规模化发展,如江苏常州、溧水等市县把地鳖虫养殖作为当地一项富民产业,年饲养量达一亿只。地鳖虫杂交选育和高效饲养技术的研究,旨在利用杂交合成理论和现代育种技术,培育出具有高繁殖率和较快生长速度的地鳖虫配套品系,为我国地鳖虫的产业化生产提供科学依据。研究地鳖虫对能量、蛋

白质等养分的需要,是合理利用饲料、降低饲料成本、缩短地鳖虫生长发育周期的重要途径,也是制定其饲养标准和科学配方的重要依据,而目前国内外尚无地

*安徽省教育厅自然科学基金(No. 2001kj062)资助课题部分项目;

第一作者介绍 王立新,男,35岁,讲师;主要从事特种经济动物学研究;E-mail: wanglixin_@163.com。

收稿日期:2002-12-25;修回日期:2003-07-05

鳖虫日粮营养标准,对它的营养学研究报道所见不多,王林瑶曾对地鳖虫实验室饲养配方进行过研究^[1],但未对其所需营养水平进行研究。目前饲养者多按照传统的经验配方进行饲养,日粮营养不平衡,不能充分发挥地鳖虫的生产性能^[2]。国内的楼文英、张贞华等人对中华真地鳖的生物学特性进行了试验分析,王立新等人用处理后的鸡粪和猪粪进行了地鳖虫的饲养试验,但均未涉及到地鳖虫对蛋白质及能量营养需要量的研究^[3-5]。为此,本研究通过对地鳖虫若虫期的饲养试验,确定其对日粮蛋白质和能量水平的需要量,为制定地鳖虫的饲养标准,科学饲养地鳖虫提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料

地鳖虫:中华真地鳖(*Eupolyphaga sinensis*)若虫,为安徽技术师范学院动物科学系地鳖虫杂交选育课题组提供的中华真地鳖“苏系”一代4~5龄地鳖虫若虫。

试验日期与场所:2002年5~10月,在安徽技术师

范学院动科系药用昆虫饲养室进行。饲料原料:玉米、麸皮、米糠、鱼粉、豆粕、统糠、骨粉。

培养土:焦稻壳与菜园地表层土按比例3:1混合。

所用仪器:JY4001电子分析天平,分离筛,饲养盆。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验设计为双因子5×9交叉分组试验,两个因子分别为蛋白质和能量,蛋白质9个水平,能量5个水平,共45个蛋白质能量水平处理组,每个处理组随机选取地鳖虫4~5龄若虫90只,分3个重复,每个重复30只地鳖虫,研究不同蛋白质和能量水平对地鳖虫若虫后期生长发育的影响。试验前进行一周预试,一周后进行正式试验。

1.2.2 各处理组的日粮组成、配制及营养水平 各处理组试验基础日粮由玉米、麸皮、米糠、鱼粉、豆粕、统糠、骨粉等按不同比例组成,配制时用JY4001电子分析天平称取饲料原料,按比例配制,共配制45个饲料配方,另外添加分析纯CaCO₃、CaHPO₄调节各处理组的Ca、P平衡,具体见表1。

表1 各处理组日粮蛋白质、能量水平及日粮组成

处理组	能量(nJ/kg)	蛋白质(%)	玉米(%)	麸皮(%)	米糠(%)	鱼粉(%)	豆粕(%)	统糠(%)	骨粉(%)
1	13.27	19.13	60.78	5.00	5.00	5.00	22.22	0.00	2.00
2	13.27	18.09	62.88	5.32	5.80	5.00	18.90	0.10	2.00
3	13.27	17.07	65.10	5.60	6.90	6.00	14.30	0.10	2.00
4	13.27	16.10	67.11	5.50	7.80	6.00	11.49	0.10	2.00
A 5	13.27	15.13	68.90	6.70	8.00	6.00	8.30	0.10	2.00
6	13.27	14.12	69.30	6.65	9.70	3.95	8.30	0.10	2.00
7	13.27	13.10	70.90	7.70	9.00	2.00	8.30	0.10	2.00
8	13.27	12.11	72.84	7.70	9.00	1.90	6.31	0.25	2.00
9	13.27	11.11	73.95	7.70	11.00	1.90	3.16	0.29	2.00
1	12.26	19.13	43.17	26.72	5.71	5.00	17.40	0.00	2.00
2	12.26	18.09	45.79	26.82	5.71	5.00	14.44	0.24	2.00
3	12.26	17.07	48.37	26.82	5.85	5.00	11.52	0.44	2.00
4	12.26	16.10	50.91	26.73	6.08	5.00	8.75	0.53	2.00
B 5	12.26	15.13	53.49	26.98	5.83	5.00	5.94	0.76	2.00
6	12.26	14.12	56.18	27.21	5.60	5.00	3.04	0.97	2.00
7	12.26	13.10	59.01	27.39	5.42	5.00	0.04	1.14	2.00
8	12.26	12.11	60.73	27.59	5.22	3.09	0.04	1.33	2.00
9	12.26	11.11	62.49	27.79	5.02	1.16	0.04	1.50	2.00
1	11.28	19.13	27.04	11.10	24.91	5.00	19.34	10.61	2.00
2	11.28	18.09	29.96	11.29	24.72	5.00	16.24	10.79	2.00
3	11.28	17.07	32.66	11.47	24.54	5.00	13.37	10.96	2.00
4	11.28	16.10	35.49	11.85	24.00	5.00	10.56	11.10	2.00
C 5	11.28	15.13	38.12	11.90	24.00	5.00	7.76	11.22	2.00
6	11.28	14.12	40.70	12.01	24.00	5.00	4.82	11.47	2.00

续表 1

处理组	能量(mJ/kg)	蛋白质(%)	玉米(%)	麸皮(%)	米糠(%)	鱼粉(%)	豆粕(%)	统糠(%)	骨粉(%)
7	11.28	13.10	43.38	12.09	24.00	5.00	1.87	11.66	2.00
8	11.28	12.11	45.91	12.11	22.92	3.19	1.87	12.00	2.00
9	11.28	11.11	48.13	13.22	22.10	2.00	0.60	11.95	2.00
1	10.28	19.13	24.68	32.25	5.71	5.00	17.52	12.84	2.00
2	10.28	18.09	27.44	32.34	5.71	5.00	14.42	13.09	2.00
3	10.28	17.07	30.13	32.39	5.71	5.00	11.56	13.21	2.00
4	10.28	16.10	32.67	32.47	5.71	5.00	8.75	13.40	2.00
D 5	10.28	15.13	35.24	32.55	5.71	5.00	5.93	13.57	2.00
6	10.28	14.12	37.90	32.63	5.71	5.00	3.00	13.76	2.00
7	10.28	13.10	40.56	32.72	5.71	5.00	0.05	13.96	2.00
8	10.28	12.11	42.30	32.91	5.52	3.08	0.05	14.14	2.00
9	10.28	11.11	44.04	33.11	5.32	1.15	0.05	14.33	2.00
1	9.37	19.13	8.58	17.14	23.57	2.00	23.85	22.86	2.00
2	9.37	18.09	11.42	17.34	23.37	2.00	20.83	23.04	2.00
3	9.37	17.07	14.21	17.53	23.18	2.00	17.87	23.21	2.00
4	9.37	16.10	16.85	17.70	23.01	2.00	15.06	23.38	2.00
E 5	9.37	15.13	19.50	17.88	22.83	2.00	12.25	23.54	2.00
6	9.37	14.12	22.25	18.07	22.64	2.00	9.32	23.72	2.00
7	9.37	13.10	25.03	18.25	22.46	2.00	6.37	23.89	2.00
8	9.37	12.11	27.73	18.43	22.28	2.00	3.50	24.06	2.00
9	9.37	11.11	30.46	18.61	22.10	2.00	0.60	24.23	2.00

各处理组 Ca、P 水平固定,含量为:Ca(0.8%),P(0.8%);各处理组蛋白质能量水平为理论计算值;Ca、P 含量为实测值

1.2.3 培养土的处理 将菜园土摊在阳光下晒 2 d 后,在高温下炒干,冷却后过筛。再将焦稻壳与筛后细土按 3:1 比例拌匀,调节湿度,使其含水量在 15%~18% 之间,放入饲养盆中,每盆培养土的厚度约 7~8 cm。

1.2.4 地鳖虫的饲养管理 试验期间,控制室内温度在 20~33℃,保证地鳖虫能够正常采食和活动。地鳖虫的饲喂在每天傍晚进行,饲料放在喂食盘中,地鳖虫可自由采食,同时注意保持培养土适宜的湿度。

1.2.5 数据记录 试验开始和结束时称取地鳖虫始重及末重,记录相应的数据,同时记录饲料消耗量。

1.2.6 数据处理 试验数据采用 SAS 统计软件进行方差分析和 Duncan 多重比较。

2 结果

2.1 不同蛋白质、能量水平的配合饲料对地鳖虫增重的影响 不同能量、蛋白质水平组合日粮对地鳖虫后若虫期日增重的影响,结果见表 2。从表中可看出,蛋白质水平在 11.11%~15.13% 范围内,饲料中蛋白质含量每增加 1%,地鳖虫的日增重有明显增加,差异显著($P < 0.05$);当蛋白质水平增加到 15.13% 以上时,再增加饲料中的蛋白质含量,各水平处理间差异不显著($P > 0.05$)。同样在 5 个能量水平处理间,随着饲料能量水平由低向高的增加,地鳖虫后若虫期的日增重显著

增加;但当饲料能量水平超过 11.28 mJ/kg 时,地鳖虫后若虫期的日增重不再增加;当饲料能量水平超过 13.27 mJ/kg 时,地鳖虫后若虫期生长速度还略有下降,但与 B、C 水平差异不显著。统计还发现能量和蛋白质间的互作效应对地鳖虫后若虫期的日增重有极显著影响($P < 0.01$)。

2.2 不同蛋白质、能量水平的配合饲料对饲料转化率的影响 不同蛋白质、能量水平处理对地鳖虫后若虫期的饲料转化率(体重每增加 1 g 所需采食的饲料克数)有极显著的影响($P < 0.01$),结果见表 3。从表 3 可知,高能高蛋白饲料及低能低蛋白饲料对地鳖虫后若虫期的饲料转化率均有不利影响;当饲料蛋白质水平在 11.11%~12.11% 时,饲料蛋白质水平组间饲料转化率差异不显著($P > 0.05$);当饲料蛋白质水平在 12.11%~15.13% 时,饲料蛋白质水平组间每增加 1% 的蛋白质,饲料转化率有明显改善,差异显著($P < 0.05$);当饲料蛋白质水平在 15.13%~18.09% 时,饲料蛋白质水平组间每增加 1% 的蛋白质,饲料转化率没有明显改善,各水平组间差异不显著($P > 0.05$);随着蛋白质水平的继续增加(18.09% 以上时),饲料转化率不但得不到改进,反而下降,差异显著($P < 0.05$)。在各能量水平处理间,以 B(12.26 mJ/kg)、C(11.28 mJ/kg) 水平地鳖虫后期若虫的饲料转化率最好,显著高于其它

各水平 ($P < 0.05$); 其次是 A (13.27 mJ/kg)、D (10.28 mJ/kg) 水平显著高于 E (9.30 mJ/kg) 水平 ($P < 0.05$)。另外

统计还发现能量和蛋白质间的互作效应对地鳖虫后期若虫期的饲料转化率有极显著影响 ($P < 0.01$)。

表 2 各处理组地鳖虫的日增重(单位:g)

处理蛋白质 (组)	能量(组)					$\bar{X} \pm S$
	A	B	C	D	E	
1	0.219 ± 0.005 ^a	0.223 ± 0.003 ^a	0.220 ± 0.002 ^a	0.202 ± 0.002 ^{bc}	0.188 ± 0.004 ^d	0.210 ± 0.015 ^A
2	0.220 ± 0.004 ^a	0.223 ± 0.004 ^a	0.223 ± 0.003 ^a	0.204 ± 0.004 ^{bc}	0.187 ± 0.007 ^d	0.211 ± 0.016 ^A
3	0.219 ± 0.006 ^a	0.224 ± 0.005 ^a	0.223 ± 0.004 ^a	0.202 ± 0.003 ^{bc}	0.185 ± 0.005 ^d	0.211 ± 0.017 ^A
4	0.219 ± 0.003 ^{ab}	0.224 ± 0.003 ^a	0.224 ± 0.002 ^a	0.203 ± 0.005 ^{bc}	0.186 ± 0.004 ^d	0.211 ± 0.017 ^A
5	0.215 ± 0.003 ^b	0.217 ± 0.002 ^{ab}	0.220 ± 0.005 ^{ab}	0.199 ± 0.002 ^c	0.181 ± 0.006 ^{de}	0.206 ± 0.016 ^{AB}
6	0.192 ± 0.004 ^{cd}	0.194 ± 0.001 ^{cd}	0.191 ± 0.003 ^d	0.173 ± 0.003 ^e	0.158 ± 0.003 ^f	0.181 ± 0.016 ^D
7	0.176 ± 0.004 ^e	0.189 ± 0.003 ^d	0.187 ± 0.007 ^d	0.156 ± 0.003 ^{fg}	0.119 ± 0.003 ^{ij}	0.171 ± 0.029 ^D
8	0.145 ± 0.006 ^{gh}	0.149 ± 0.006 ^e	0.144 ± 0.005 ^{gh}	0.129 ± 0.004 ⁱ	0.113 ± 0.004 ^j	0.130 ± 0.015 ^F
9	0.141 ± 0.007 ^h	0.147 ± 0.005 ^{gh}	0.143 ± 0.006 ^{gh}	0.118 ± 0.005 ^{ij}	0.112 ± 0.004 ^j	0.124 ± 0.016 ^G
$\bar{X} \pm S$	0.194 ± 0.033 ^C	0.199 ± 0.032 ^{BC}	0.199 ± 0.034 ^{BC}	0.176 ± 0.034 ^D	0.162 ± 0.034 ^E	

各处理组间数据上标无相同字母者(a-j 或 A-G)差异显著 ($P < 0.05$), 下表同

表 3 各处理组地鳖虫的料重比(饲料转化率)

处理蛋白质 (组)	能量(组)					$\bar{X} \pm S$
	A	B	C	D	E	
1	2.51 ± 0.03 ^j	2.21 ± 0.05 ^{mn}	2.19 ± 0.03 ⁿ	2.33 ± 0.05 ^k	2.93 ± 0.05 ^e	2.44 ± 0.32 ^D
2	2.48 ± 0.04 ⁱ	1.93 ± 0.03 ^o	1.91 ± 0.04 ^o	2.33 ± 0.04 ^k	2.94 ± 0.04 ^{fg}	2.32 ± 0.43 ^{DE}
3	2.21 ± 0.04 ^{mn}	1.91 ± 0.03 ^o	1.89 ± 0.05 ^o	2.34 ± 0.06 ^k	2.96 ± 0.03 ^{fg}	2.26 ± 0.44 ^E
4	2.23 ± 0.03 ^{mn}	1.90 ± 0.04 ^o	1.89 ± 0.04 ^o	2.35 ± 0.04 ^k	3.01 ± 0.04 ^f	2.28 ± 0.46 ^E
5	2.26 ± 0.03 ⁿ	1.89 ± 0.03 ^o	1.92 ± 0.03 ^o	2.46 ± 0.04 ^j	3.03 ± 0.07 ^f	2.31 ± 0.47 ^{DE}
6	2.75 ± 0.04 ⁱ	2.34 ± 0.04 ^k	2.35 ± 0.02 ^k	2.77 ± 0.07 ^j	3.21 ± 0.05 ^d	2.68 ± 0.36 ^C
7	2.85 ± 0.04 ^h	2.75 ± 0.05 ⁱ	2.71 ± 0.06 ⁱ	3.16 ± 0.06 ^{de}	3.53 ± 0.06 ^c	3.00 ± 0.34 ^B
8	3.04 ± 0.06 ^{ef}	3.02 ± 0.05 ^{ef}	3.11 ± 0.07 ^e	3.19 ± 0.05 ^d	3.87 ± 0.05 ^b	3.25 ± 0.36 ^A
9	3.15 ± 0.03 ^{de}	3.05 ± 0.04 ^e	3.21 ± 0.02 ^d	3.24 ± 0.04 ^d	4.04 ± 0.07 ^a	3.34 ± 0.40 ^A
$\bar{X} \pm S$	2.61 ± 0.35 ^C	2.33 ± 0.49 ^{DE}	2.35 ± 0.49 ^{DE}	2.69 ± 0.41 ^C	3.28 ± 0.43 ^A	

3 讨论

就饲料蛋白质水平对地鳖虫增重影响而言, 1、2、3、4 组最为理想, 其次是 5 组, 说明饲料中不同蛋白质含量对地鳖虫的生长发育有直接影响。这是因为蛋白质是地鳖虫身体的重要组成成分, 直接影响地鳖虫自身物质的形成^[6]。据研究分析地鳖虫自身含优质蛋白质在 60% 左右^[7], 因此生长期地鳖虫必须摄入一定量的饲料蛋白质用于合成自身蛋白。从试验结果也可看出 6、7、8、9 四个低蛋白质水平组, 地鳖虫的增重表现较差, 尤其是蛋白质水平在 13.10% 以下时, 地鳖虫的生长发育速度明显下降。另外蛋白质水平也不是越高越好, 当蛋白质水平在 16.10% 以上时, 虽然随着饲料蛋白质水平的增高, 地鳖虫的日增重也在增加, 但各水平

组地鳖虫的增重差异不显著 ($P > 0.05$), 当饲料中蛋白质含量高于 19.13% 时, 地鳖虫的增重反而表现较差; 这说明饲喂地鳖虫的饲料, 其蛋白质含量必须在一个适宜的水平。近年来有关其它动物适宜蛋白质水平的研究较多, 人们对猪、鸡等常见动物的适宜蛋白质水平需要量进行了大量的研究表明, 饲料中蛋白质含量必须在一个适宜的水平, 饲料蛋白质含量过低, 不能满足动物的需要, 不利于动物的生长; 饲料蛋白质含量过高, 会使肠道内由微生物发酵产生的腐败性物质增多, 对肠组织损伤程度加剧, 使肠的吸收机能降低, 影响饲料的消化吸收, 导致饲料转化率降低, 亦不利于动物的生长^[8-10]。本试验结果与在其它动物有关适宜蛋白质水平需要的研究结果相似, 由此得出结论: 饲料中蛋白质含量在 15.13% ~ 17.07% 时, 有利于地鳖虫后期若虫的生长发育。

从能量水平对地鳖虫后若虫期的增重影响来看, A、B、C 水平组地鳖虫的增重效果较为理想, 其中 B、C 水平组最为理想。饲料中能量水平是地鳖虫营养中的重要因素。地鳖虫的生长性能除和遗传因素及生长环境有关外, 在正常条件下饲料中的能量水平是影响地鳖虫生长性能发挥的重要因素。地鳖虫虽然有因饲料能量含量不同而调节采食量的本能, 但其消化道的容积必定有限, 尤其在生长阶段这种影响更为明显。本次试验的结果表明, 饲料能量水平在 11.28 ~ 12.26 mJ/kg 时有利于地鳖虫的生长发育, 而能量水平过高或过低均不利于地鳖虫的生长发育。因此在适宜蛋白质水平条件下, 日粮能量水平对地鳖虫后若虫期的生长发育有着重要影响。

蛋白质能量水平间的交互作用对地鳖虫后若虫期增重亦有影响。从试验结果看, 不仅不同蛋白质水平、不同能量水平之间地鳖虫后若虫期增重表现出较大的差异, 而且在同一蛋白质(或能量)水平、不同能量(或蛋白质)水平间亦存在较大的差异, 说明蛋白质和能量之间存在交互作用。根据试验结果分析, 蛋白质水平在 16.10%、能量水平在 11.28 mJ/kg 时, 地鳖虫后若虫期表现出较好的日增重。

从各处理组地鳖虫后若虫期的饲料转化率来看, 在蛋白质水平组中, 2、3、4、5 组饲料转化率表现最佳, 与其他水平组相比较效果明显, 差异显著($P < 0.05$)。在各能量水平组中, B、C 水平表现最好, 与其他水平差异显著($P < 0.05$)。能量过高和过低饲料转化率都表现较差。分析其原因, 一般来说, 较高水平的蛋白质有利于地鳖虫的增重, 地鳖虫可充分利用采食的饲料蛋白合成自身体蛋白, 饲料转化率也高。当饲料中蛋白质水平高到一定的极限时, 地鳖虫采食的饲料蛋白质就不能完全用于合成自身体蛋白, 而其中部分蛋白质可能用于其它消耗, 如转化为能量, 从而饲料转化率就低。当饲料中蛋白质水平低于地鳖虫正常需要量时, 地鳖虫采食的饲料蛋白质不能满足其自身合成体蛋白的需要, 地鳖虫的日增重就低, 饲料转化率亦低。能量水平的高低影响饲料转化率主要是通过影响蛋白质的利用, 当饲料能量水平过高时, 限制了蛋白质的摄取

量, 不利于蛋白质的利用; 当饲料能量水平过低时, 采食的饲料蛋白质将部分用于转化为能量, 饲料的转化率也低。同时不同蛋白质能量水平对地鳖虫饲料转化率的影响也存在较强的交互作用, 通过分析可知: 蛋白质在 16.10%、能量水平在 11.28 mJ/kg, 及蛋白质水平在 15.13%、能量水平在 12.26 mJ/kg 时地鳖虫后若虫期表现较好的饲料转化率。

根据试验结果分析以及考虑到经济因素, 饲料中粗蛋白水平在 15.13% ~ 16.10%, 能量水平在 11.28 mJ/kg 时, 适合地鳖虫后若虫期的生长发育。由于龄期不同, 地鳖虫对蛋白质和能量的需要量存在一定的差异, 地鳖虫其它生长发育阶段的营养需要量尚待进一步研究。另外, 蛋白质中必须氨基酸的含量对地鳖虫蛋白质的需要量亦有影响, 也有待进一步研究。

参 考 文 献

- [1] 王林瑶, 张立锋. 药用地鳖虫养殖. 北京: 金盾出版社, 2000. 18 ~ 39.
- [2] 李岗生. 药用动植物种养加工技术——地鳖虫. 北京: 中国中医药出版社, 2000.
- [3] 楼文英, 张贞华. 中华真地鳖 *Eupolyphaga sinensis* Walker 生物学研究. 科技通报, 1995, 11(5): 306 ~ 309.
- [4] 王立新, 袁影, 袁梅. 利用畜禽粪饲喂地鳖虫的研究. 动物科学与动物医学, 2001(2): 50 ~ 52.
- [5] 宋金昌. 畜禽营养与饲料科学. 北京: 中国农业科技出版社, 1999.
- [6] 沈汉统. 怎样饲养地鳖虫. 杭州: 浙江科技出版社, 1981. 1 ~ 43.
- [7] 张传溪. 昆虫资源. 上海: 上海科技出版社, 1990. 70 ~ 78.
- [8] 王彩珍, 张小强, 郭林英. 早期断奶仔猪蛋白质需要研究. 河南畜牧兽医, 2001, 5: 17 ~ 18.
- [9] 王生雨, 刘华阳. 不同能量蛋白质水平对肉仔鸡生产性能的影响. 山东农业科学, 2002, 4: 43 ~ 44.
- [10] Lopez J, Goodband R D, Allee G L, et al. The effects of diets formulated on an ideal protein basis on growth performance, carcass characteristics, and thermal balance of finishing gilts housed inabotn, diurnal environment. *Anim Sci*, 1994, 72: 367 ~ 379.