

## 补饲对放牧条件下哺乳期马驹生长发育的影响

张积荣<sup>1</sup>, 王 骁<sup>1</sup>, 李佳豪<sup>2</sup>, 马玉辉<sup>3</sup>, 张国庆<sup>1\*</sup>

(1. 伊犁职业技术学院, 新疆伊宁 835000; 2. 新疆农业大学, 新疆乌鲁木齐 830052; 3. 新疆昭苏县畜牧兽医局, 新疆昭苏 835600)

**摘要** [目的]研究补饲对放牧条件下断奶前马驹生长发育的影响。[方法]试验动物选择品种、年龄、体重相近的3月龄健康伊犁马哺乳期马驹72匹,其中公马驹38匹,母马驹34匹,将公母驹随机混合分为2个组,分别为对照组和试验组,进行为期90d的补饲试验,分别在试验第0、30、60、90天称量马驹体重,测量马驹体尺指标,并统计马驹体重和体尺的变化情况。[结果]3~6月龄补饲提高了母驹体重、体尺指标,但差异不显著;3~6月龄补饲也提高了公驹的体重和体尺指标。整体来看,3~4月龄马驹的各项指标差异均不显著( $P>0.05$ )。[结论]补饲能够提高母马驹的体高和体斜长,极显著提高公马驹体斜长的总增长和日增长,显著提高马驹体重和体高的总增长和日增长。

**关键词** 补饲;哺乳马驹;生长发育;影响

中图分类号 S821 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)09-0109-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.09.030



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

**Effects of Supplemental Feeding on the Growth and Development of Lactating Foal under Grazing Conditions**ZHANG Ji-rong<sup>1</sup>, WANG Xiao<sup>1</sup>, LI Jia-hao<sup>2</sup> et al (1. Yili Vocational and Technical College, Yining, Xinjiang 835000; 2. Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052)

**Abstract** [Objective] To study the effects of supplementary feeding on the growth and development of foals before weaning under grazing conditions. [Method] 72 3-month-old healthy Ili horses (including 38 males and 34 females) with similar breed, age and body weight were selected as the experimental animals and divided into experiment group and control group, a 90-day supplementary feeding trial was carried out. The body weight and body size indices of foals were measured at day 0, day 30, day 60 and day 90, and the changes of the body weight and body size indices of the foal were counted. [Result] The body weight and body size of the foals increased during the period of 3-6 months, but the difference was not significant. The body weight and body size indices of the foals were increased during the period of 3-6 months, but the difference was not significant. Overall, the index of the foal was not significant at the period of 3-4 months ( $P>0.05$ ). [Conclusion] Supplemental feeding can improve the body height and body slant length of female foals, significantly increase the total and daily growth of body slant length of male foals, and significantly increase the total and daily growth of body weight and body height of foals.

**Key words** Supplemental feeding; Lactating foals; Growth and development; Effects

0~6月龄马驹是其生长发育最快的阶段,这一阶段生长好坏决定其未来的能力水平<sup>[1]</sup>,也是决定其成年体尺、体重和经济性能最重要的阶段,早期补饲对马的生长发育影响显著。昭苏地区大部分哺乳马驹处于全放牧饲养,缺乏科学的早期补饲,从而限制了马驹正常的生长发育。若体重、体尺生长达不到理想的标准,就会限制马匹成年后生产性能的充分发挥。为了解决马驹早期补饲问题,笔者结合当地饲草料资源及放牧条件下马驹对营养物质的需求,参考NRC标准(2007年)配制适合伊犁马3~6月龄补饲,并制定合理的补喂方法,通过饲养试验监测马驹体重、体尺指标的变化,验证早期补饲的实际效果,旨在解决该地区伊犁马马驹断奶前补饲数据积累不足的问题,为该地区伊犁马哺乳马驹断奶前补饲提供科学合理参考依据。

**1 材料与方**

**1.1 试验时间和地点** 试验于2018年6月至9月在伊犁昭苏马场进行。

**1.2 试验动物选择及试验设计** 试验动物选择品种、年龄、体重相近3月龄健康伊犁马哺乳期马驹72匹,其中公马驹38匹,母马驹34匹,将公母驹随机混合分为2个组,分别为对照组和试验组,对照组30匹(公驹16匹,母驹14匹),试验组

42匹(其中公驹22匹,母驹20匹)。马驹3~6月龄进行为期90d的补饲试验,分别在试验的0、30、60、90d称量马驹体重并测量马驹体尺,统计分析马驹体重和体尺指标。试验组在放牧基础上按照体重0.65%补喂精料补充料<sup>[2]</sup>,对照组不进行补饲。

**1.3 饲养管理** 马驹饲养方式采用当地牧民的饲养方式,试验组与对照组马驹同等哺乳母乳、采食牧草,自由饮水,全天补饲量平均分为两等份,分别在09:00和18:00进行补饲<sup>[3]</sup>。使用料兜进行补饲,料兜的大小根据马驹头的尺寸的大小制作,达到马驹既不会将饲料倒出,又不会导致马驹呼吸困难<sup>[4]</sup>。补饲料组成及营养水平见表1。

**1.4 数据采集** 试验开始前1d,试验30、60、90d早晨空腹进行体重、体尺指标测定。测定体尺指标包括体高、体长、胸围、管围。按照以下公式计算马驹的体增重和日增重。

$$\text{体增重(kg)} = \text{平均试验末重} - \text{平均试验始重} \quad (1)$$

$$\text{平均日增重(kg/d)} = (\text{平均试验末重} - \text{平均试验始重}) / \text{天数} \quad (2)$$

**1.5 数据统计与分析** 采用SPSS 19.0统计软件对试验数据进行统计与分析,数据均以“平均数±标准差”表示,采用独立样本t检验进行差异显著性分析, $P<0.05$ 表示差异显著, $P<0.01$ 表示差异极显著。

**2 结果与分析**

**2.1 放牧补饲对母马驹体重和体尺指标的影响** 由表2可知,马驹3月龄开始补饲,试验组和对照组母马驹体重和体

**作者简介** 张积荣(1980—),女,甘肃民勤人,讲师,硕士,从事畜产品加工方面的科研、生产及教学工作。\*通信作者,副教授,博士,从事畜牧养殖方面的科研、生产及教学工作。

**收稿日期** 2020-02-10

尺指标均无显著差异( $P>0.05$ )。3月龄时,母马驹平均体重达到108.40 kg,平均体高、体斜长、胸围和管围分别为110.40、105.85、110.02和13.81 cm。4月龄时,母马驹体重、体尺生长均发生变化,试验组比对照组体重提高3.85%( $P>0.05$ ),体尺指标也明显增加。5月龄时,母马驹体重、体尺指标均显著增加,试验组体高、体斜长和体重比对照组分别提高2.23%( $P<0.05$ )、3.00%( $P<0.05$ )和3.95%( $P>0.05$ )。6月龄时,试验组体重和体尺指标均高于对照组,但差异不显著( $P>0.05$ )。从平均日增长来看,试验组体重比对照组增加8.51%( $P>0.05$ ),体高比对照组增加54.54%( $P>0.05$ )。

**2.2 放牧补饲对公马驹体重和体尺指标的影响** 由表3可知,3月龄时,试验组公马驹体重和体尺指标与对照组均无显著差异,体重在108 kg左右。4月龄时,2组公马驹体重和体尺指标均无显著差异( $P>0.05$ ),由于更换日粮会产生一定应激,进而导致试验组马驹体重、体尺指标与对照组无显著差异。5月龄时,试验组公马驹体重比对照组提高3.91%( $P>0.05$ );试验组公马驹体尺指标均高于对照组,但差异不显著( $P>0.05$ )。6月龄时,试验组体重、体高、体斜长、胸围和管围分别比对照组提高2.91%( $P>0.05$ )、1.69%( $P>0.05$ )、3.60%( $P<0.05$ )、1.67%( $P>0.05$ )和1.05%( $P>0.05$ )。从平均日增长来看,试验组公马驹体斜长的平均日增长极显著高于对照组,比对照组高70.00%( $P<0.01$ );试

验组其他指标均高于对照组,但差异不显著( $P>0.05$ )。

表1 补饲料组成及营养水平(干基)

Table 1 The composition and nutritional level of supplemental feed (dry matter basis)

原料 Materials	添加比例 Adding proportion//%	营养成分 Nutritional components	含量 Content %
黄玉米 Yellow corn	48.00	干物质 Dry matter	89.66
麸皮 Bran	20.00	粗蛋白 Crude protein	11.77
大豆粕(CP 45%) Soybean meal	28.00	中性洗涤纤维(NDF)	15.66
磷酸氢钙 Calcium hydrogen phosphate	2.00	酸性洗涤纤维(ADF)	5.25
石粉 Stone powder	1.00	钙 Ca	0.65
预混料 Premix	0.50	磷 P	0.69
食盐 Salt	0.50		

注:预混料为每千克饲粮提供 Mn 2 000 mg, Fe 3 400 mg, Cu 330 mg, Zn 3 500 mg, Co 50 mg, I 70 mg, Se 30 mg, V<sub>A</sub> 800 000 IU, V<sub>D</sub> 388 000 IU, V<sub>E</sub> 13 360 mg, VB<sub>12</sub> 3 mg, 核黄素 1 400 mg, 烟酸 2 400 mg, 泛酸 1 600 mg, 叶酸 300 mg, VB<sub>6</sub> 1 200 mg, 生物素 40 mg, V<sub>C</sub> 4 000 mg, 金霉素 10 000 mg, 赖氨酸 0.95%, 蛋氨酸 0.20%, 苏氨酸 0.65%, 色氨酸 0.20%

Note: The premix provided per kg of diet: Mn 2 000 mg, Fe 3 400 mg, Cu 330 mg, Zn 3 500 mg, Co 50 mg, I 70 mg, Se 30 mg, V<sub>A</sub> 800 000 IU, V<sub>D</sub> 388 000 IU, V<sub>E</sub> 13 360 mg, VB<sub>12</sub> 3 mg, riboflavin 1 400 mg, nicotinic acid 2 400 mg, pantothenic acid 1 600 mg, folic acid 300 mg, VB<sub>6</sub> 1 200 mg, biotin 40 mg, V<sub>C</sub> 4 000 mg, chlortetracycline 10 000 mg, 0.95% lysine, 0.20% methionine, 0.65% threonine and 0.20% tryptophan

表2 放牧补饲对母马驹体重和体尺指标的影响

Table 2 Effects of supplementary feeding during grazing period on body weight and body size indices of female foals

月龄 Month age	组别 Group	体重 Body weight kg	体高 Body height cm	体斜长 Body oblique length//cm	胸围 Chest circum- ference//cm	管围 Cannon circumference//cm
3	对照组	108.50±6.99	111.00±3.46	105.50±4.18	109.83±6.24	13.92±0.92
	试验组	108.30±9.88	109.80±9.27	106.20±4.13	110.20±4.61	13.70±0.59
4	对照组	117.67±5.50	114.50±2.74	109.17±4.79	112.17±1.94	14.00±0.55
	试验组	122.20±9.67	112.20±3.85	110.60±6.17	114.50±3.44	14.05±0.60
5	对照组	138.33±17.41	115.33±1.51 b	112.33±1.75 b	114.00±3.90	14.75±0.88
	试验组	143.80±5.57	117.90±2.28 a	115.70±2.87 a	116.80±2.44	15.00±0.71
6	对照组	150.50±20.25	119.00±4.32	116.33±5.32	119.33±5.57	15.00±1.12
	试验组	156.05±4.72	121.85±3.40	117.60±2.68	121.90±2.56	15.15±0.92
总增长 Total growth	对照组	42.00±14.15	10.00±4.21	11.00±6.42	11.67±10.03	1.25±0.76
	试验组	45.75±9.20	15.19±9.56	11.40±3.95	11.70±3.35	1.72±0.80
平均日增长 Average daily growth	对照组	0.47±0.16	0.11±0.05	0.12±0.07	0.13±0.11	0.01±0.00
	试验组	0.51±0.10	0.17±0.11	0.13±0.04	0.13±0.04	0.02±0.01

注:同列无字母或标有相同字母表示差异不显著( $P>0.05$ ),不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )

Note: No letter or the same letter marked in the same column indicated no significant difference ( $P>0.05$ ), different lowercase letters indicated significant differences ( $P<0.05$ )

**2.3 放牧补饲对马驹体重和体尺指标的影响** 由表4可知,3~4月龄试验组与对照组马驹体重和体尺指标差异均不显著( $P>0.05$ )。4月龄,试验组马驹体重和胸围高于对照组( $P>0.05$ )。5月龄,试验组马驹体高和体斜长极显著高于对照组( $P<0.01$ ),分别比对照组高2.24%和2.60%;试验组马驹胸围比对照组高2.91%( $P<0.05$ )。6月龄时,试验组马驹体重、体尺指标均高于对照组,体重比对照组高3.46%( $P>0.05$ )。从总增长来看,试验组体重比对照组高12.24%( $P<0.05$ ),体高升高37.56%( $P<0.05$ )。从平均日增长来看,试

验组马驹体重和体高均显著高于对照组( $P<0.05$ )。

### 3 讨论

6月龄伊犁马马驹补饲不同饲喂水平的精料补充料,不仅可以提高营养物质摄入量、消化率及沉积率,而且可以增强马驹机体免疫力,促进氮沉积,提高马驹的体增重<sup>[5]</sup>。补饲料供给马驹干物质,为马驹生长发育提供所需营养物质。干物质采食量影响马的生长发育,增加干物质采食量可提高马的生长性能,高蛋白质水平的日粮对马体重增加有明显的效果<sup>[6]</sup>。早期补饲对马驹生长发育有着重大意义,摄入补饲

料对马驹肠道微生物结构改变产生一定影响。3 月龄马驹开始饲喂补饲料,减少母乳采食量,饲料由液态转为固态,其肠道微生物则随之变化,从而影响马驹肠道健康和生长发育,

肠道微生物种类和数量更为丰富、多样、更为复杂<sup>[7]</sup>,从机理层面做了有益研究,积累了科学数据。

表 3 放牧补饲对公马驹体重和体尺指标的影响

Table 3 Effects of supplementary feeding during grazing period on body weight and body size indices of male foals

月龄 Month age	组别 Group	体重 Body weight kg	体高 Body height cm	体斜长 Body oblique length//cm	胸围 Chest circu- mference//cm	管围 Cannon circumference//cm
3	对照组	109.50±14.59	110.50±5.54	107.00±6.23	109.25±9.23	13.50±1.05
	试验组	106.61±9.91	109.89±4.42	105.00±3.28	107.94±5.31	13.50±0.50
4	对照组	124.17±13.66	113.92±5.41	107.00±2.10	113.17±7.49	14.25±0.62
	试验组	123.78±10.17	114.89±10.18	111.00±5.80	115.44±3.28	14.44±0.68
5	对照组	140.50±9.91	116.00±3.52	114.00±3.95	113.17±6.08	14.75±1.04
	试验组	146.00±8.16	118.67±2.44	116.56±3.04	117.78±2.77	15.11±0.60
6	对照组	155.42±18.18	121.17±4.07	115.83±4.75 b	120.00±5.33	15.17±1.13
	试验组	159.94±7.70	123.22±2.94	120.00±2.35 a	122.00±3.16	15.33±0.50
总增长 Total growth	对照组	45.92±22.98	10.67±4.84	8.83±3.25 B	10.75±5.10	1.67±1.40
	试验组	53.33±33	13.33±3.67	15.00±3.67 A	14.06±5.35	1.83±0.50
平均日增长 Average daily growth	对照组	0.51±0.26	0.12±0.05	0.10±0.04 B	0.12±0.06	0.02±0.02
	试验组	0.59±0.10	0.15±0.04	0.17±0.05 A	0.16±0.06	0.02±0.01

注:同列无字母或数据标有相同字母表示差异不显著( $P>0.05$ ),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( $P<0.01$ )

Note:No letter or the same letter marked in the same column indicated no significant difference ( $P>0.05$ ), different lowercase letters indicated significant differences ( $P<0.05$ ), and different capital letters indicated extremely significant differences ( $P<0.01$ )

表 4 放牧补饲对马驹体重和体尺指标的影响

Table 4 Effects of supplementary feeding during grazing period on body weight and body size indices of foals

月龄 Month age	组别 Group	体重 Body weight kg	体高 Body height cm	体斜长 Body oblique length//cm	胸围 Chest circu- mference//cm	管围 Cannon circumference//cm
3	对照组	109.00±10.92	110.75±4.41	106.25±5.12	109.54±7.52	13.71±0.96
	试验组	108.55±9.80	109.84±7.19	105.63±3.70	109.13±4.95	13.61±0.54
4	对照组	120.92±10.49	114.21±4.10	108.08±3.70	112.67±5.25	14.13±0.57
	试验组	122.95±9.66	111.58±7.34	110.79±5.84	114.95±3.31	14.24±0.65
5	对照组	139.42±13.55	115.67±2.61 B	113.17±3.04 B	114.08±4.98 b	14.75±0.92
	试验组	144.84±6.81	118.26±2.33 A	116.11±2.90 A	117.26±2.58 a	15.05±0.64
6	对照组	152.96±18.52	121.08±3.84	121.07±4.00	120.67±5.25	15.17±1.07
	试验组	157.89±6.44	122.20±3.18	122.80±3.12	121.95±2.78	15.26±0.73
总增长 Total growth	对照组	43.96±18.31 b	10.33±4.34 b	10.82±4.07	12.23±7.05	12.23±7.05
	试验组	49.34±9.83 a	14.21±6.90 a	13.11±4.15	12.82±4.44	12.82±4.44
平均日增长 Average daily growth	对照组	0.49±0.20 b	0.11±0.05 b	0.12±0.05	0.12±0.05	0.02±0.01
	试验组	0.55±0.11 a	0.16±0.08 a	0.15±0.05	0.15±0.05	0.02±0.01

注:同列无字母或数据标有相同字母表示差异不显著( $P>0.05$ ),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( $P<0.01$ )

Note:No letter or the same letter marked in the same column indicated no significant difference ( $P>0.05$ ), different lowercase letters indicated significant differences ( $P<0.05$ ), and different capital letters indicated extremely significant differences ( $P<0.01$ )

补饲料供给马驹蛋白质营养需要。蛋白质不足对马的影响较大,尤其是育成期蛋白质不足则会致使食欲降低、生长发育迟缓等现象<sup>[8]</sup>。蛋白质的质量与蛋白中所含各种氨基酸的比例有关<sup>[9]</sup>。赖氨酸是马营养中第一个限制性氨基酸。另外,赖氨酸的供给与蛋白质的供给完全相同,供给马必需氨基酸时考虑必需氨基酸在饲料中的组成。该研究中试验组马驹平均日增重和体尺指标增长均高于对照组,但补饲料中添加赖氨酸没有表现出显著性影响。

补饲料供给马驹矿物质营养需要。由于骨骼发育速度很快,故马驹日粮中矿物元素含量相当重要。伊犁马在 2~3 岁期间其胸围与管围快速增大,体长在 3~4 岁期间快速增加<sup>[10]</sup>,说明矿物质元素的需要水平较高。钙、磷和镁均为骨

骼发育的主要元素,但也不能忽视其它矿物质元素的供给,必须注意日粮钙磷水平及其比例。矿物质含量是反映机体状况的重要指标之一,并可作为动物潜在疾病和营养缺乏临床诊断的重要参考依据<sup>[11]</sup>。该研究中试验组马驹的补充料中含有 Mn、Fe、Cu、Zn、Co、I、Se 等矿物质,满足马驹对矿物质营养的需要。

补饲料供给马驹维生素营养需要。维生素在马体内需要量虽然很少,但发挥着许多重要作用,有助于动物发挥最佳的免疫功能,缺乏维生素就会引起严重的副作用或疾病。比如,  $V_E$  在生长发育、妊娠期、泌乳期的需求量比较大,而且  $V_E$  缺乏会引起马的肌肉白化症<sup>[12]</sup>。补饲料中添加维生素在马驹抗应激,增强免疫力、促进马驹生长发育等方面发挥着

重要作用。

哺乳期补饲可以使幼畜更全面的摄取营养物质,从而提高幼畜生长发育。到断奶期为止,若母乳作为唯一的营养来源,随着马驹的生长发育而营养需要量增加,仅靠母乳则很难满足马驹的营养需要<sup>[13]</sup>。断奶前后的马驹体重为138~170 kg<sup>[14]</sup>,其对能量、蛋白、钙和磷需要量均高于乳汁中所能提供的营养,这些额外营养素均需通过补饲精料而获得,否则生长速度将受到影响。一般马驹的初生重为60~70 kg,占成年体重的9%~10%,马驹6月龄时体重达到成年马的45%左右。马驹出生到1周岁是其生长发育最快的阶段。该试验结果表明,伊犁马哺乳马驹补饲90 d后,试验组马驹的平均日增重显著地高于对照组,试验组马驹各项体尺指标增长较对照组快。因此,哺乳期马驹需要采用早期补饲方法来满足马驹的营养需要。

#### 4 结论

(1) 补饲能够提高母马驹体高和体斜长的增长( $P > 0.05$ )。

(2) 补饲能够极显著提高公马驹体斜长的总增长和日增长( $P < 0.01$ )。

(3) 补饲能够显著提高马驹体重和体高的总增长和日增长( $P < 0.05$ )。

(上接第108页)

快慢,该试验玉米秸秆腐解率高低排序与玉米秸秆碳释放量高低排序一致;另一方面,玉米秸秆碳的释放主要是由于微生物对玉米秸秆的利用与分解<sup>[26]</sup>,玉米秸秆与土壤表层接触,使得土壤微生物可以高效、快速有效的利用,促进玉米秸秆碳的释放。

综上所述,通过此次试验发现玉米秸秆在避光厌氧的近土层的腐解效果优于避光厌氧的中层和见光好氧的上层,更有利于玉米秸秆中碳的释放,向土壤归还碳元素。

#### 参考文献

- [1] 高利伟,马林,张卫峰,等. 中国作物秸秆养分资源数量估算及其利用状况[J]. 农业工程学报,2009,25(7):173-179.
- [2] LAL R. World crop residues production and implications of its use as a biofuel[J]. Environment international, 2005, 31(4):575-584.
- [3] 高祥照,马文奇,马常宝,等. 中国作物秸秆资源利用现状分析[J]. 华中农业大学学报,2002,21(3):242-247.
- [4] 张静,温晓霞,廖允成,等. 不同玉米秸秆还田量对土壤肥力及冬小麦产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2010,16(3):612-619.
- [5] 洪春来,魏幼璋,黄锦法,等. 秸秆全量直接还田对土壤肥力及农田生态环境的影响研究[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版),2003,29(6):627-633.
- [6] 孙星,刘勤,王德建,等. 长期秸秆还田对土壤肥力质量的影响[J]. 土壤,2007,39(5):782-786.
- [7] 戴志刚,鲁剑巍,李小坤,等. 不同作物还田秸秆的养分释放特征试验[J]. 农业工程学报,2010,26(6):272-276.
- [8] 朱玉芹,岳玉兰. 玉米秸秆还田培肥地力研究综述[J]. 玉米科学,2004,12(3):106-108.
- [9] 马建辉,黄培新,姜丽娜,等. 不同秸秆还田方式配施氮肥对麦田碳平衡的影响[J]. 河南农业科学,2019,48(11):62-69.
- [10] 黄容,高明,黎嘉成,等. 秸秆与化肥减量配施对菜地土壤温室气体排

#### 参考文献

- [1] HINTZ H F, HINTZ R L, VAN VLECK L D. Growth rate of thoroughbreds, effect of age of dam, year and month of birth, and sex of foal[J]. Journal of animal science, 1979, 48(3):480-487.
- [2] 陈杰. 家畜生理学[M]. 北京:中国农业出版社,2003:32-33.
- [3] 褚洪忠. 不同饲养管理条件对杂交伊犁马驹生长发育影响的研究[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学,2012.
- [4] 阿依沙依拉,杨菊清,张国庆,等. 补饲对哈萨克哺乳马驹生长发育的影响[J]. 中国饲料,2015(19):17-19.
- [5] 聂彪彪,臧长江,唐伟,等. 饲喂不同水平的精料补充料对6月龄伊犁马驹消化代谢、血液生化指标及体增重的影响[J]. 中国畜牧兽医,2016,43(6):1458-1467.
- [6] PAGAN J D, HINTZ H F. Equine energetics. I. Relationship between body weight and energy requirements in horses[J]. Journal of animal science, 1986, 63(3):815-821.
- [7] 李晓斌,赵国栋,刘振,等. 3~6月龄伊犁马肠道微生物群落多样性的研究[J]. 动物营养学报,2017,29(5):1535-1544.
- [8] MACCARTHY D, MITCHELL J. Study of growth rate in thoroughbred foals and yearlings[J]. Irish journal of agricultural research, 1974, 13(1):111-117.
- [9] 刘新春,时晓寒,文武. 我国马业发展现状与展望[J]. 中国畜牧业通讯,2008(9):18-19.
- [10] 赵大佐. 马匹生产学[M]. 北京:中国农业出版社,1997:48-50.
- [11] 傅晓峰. 马匹体尺与工作性能相关性研究[J]. 养马杂志,1990(2):11-12.
- [12] 日本中央赛马会和竞走马综合研究所. 轻型马饲养标准(2004年版)[M]. 芒来,译. 北京:中国农业大学出版社,2007.
- [13] 赵天佑,王铁权,陆邦福. 中国现代养马[M]. 乌鲁木齐:新疆人民出版社,1980.
- [14] 甘肃农业大学. 养马学[M]. 北京:农业出版社,1990.
- [15] 乔丹丹,吴名字,张倩,等. 秸秆还田与生物炭施用对黄褐土团聚体稳定性及有机碳积累的影响[J]. 中国土壤与肥料,2018(3):92-99.
- [16] 寿春光,王景发,赵艺源. 半湿润区秸秆覆盖还田对玉米田土壤温度、水分的影响[J]. 浙江农业科学,2019,60(9):1579-1580,1583.
- [17] 王喜艳,张亚文,冯燕,等. 玉米秸秆深层还田技术对土壤肥力和玉米产量的影响研究[J]. 干旱地区农业研究,2013,31(6):103-107.
- [18] 韩锦泽,匡恩俊,迟凤琴,等. 秸秆深还田对土壤微生物特征及其影响因素的研究[J]. 土壤通报,2016,47(5):1154-1161.
- [19] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科技出版社,2000.
- [20] 胡宏祥,汪玉芳,何方,等. 水稻秸秆的腐解特征及其培肥增产作用研究[J]. 中国水土保持,2012(7):51-53.
- [21] 代静玉,周江敏,秦淑平. 几种有机物料分解过程中溶解性有机物质化学成分的变化[J]. 土壤通报,2004,35(6):724-727.
- [22] 夏东,王小利,冉晓追,等. 不同有机物料在黄壤旱地中的腐解特性及养分释放特征[J]. 山地农业生物学报,2019,38(4):59-64.
- [23] 杨佩,王海霞,岳佳. 秸秆覆盖免耕条件下中小型土壤动物的生态分布特征[J]. 水土保持研究,2013,20(2):145-150.
- [24] 蔡立群,牛怡,罗珠珠,等. 秸秆促腐还田土壤养分及微生物量的动态变化[J]. 中国生态农业学报,2014,22(9):1047-1056.
- [25] 付荣恕,解爱华,王德印. 玉米秸秆分解过程中土壤动物群落结构的动态[J]. 山东农业科学,2007(3):72-74.
- [26] 杨丽丽,周米良,邓小华,等. 不同腐熟剂对玉米秸秆腐解及养分释放动态的影响[J]. 中国农学通报,2016,32(30):32-37.
- [27] 青格尔,于晓芳,高聚林,等. 腐解菌剂对玉米秸秆降解效果的研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2016,44(12):107-116.
- [28] 罗珍,朱敏,王晓锋,等. 分根装置中接种AM真菌对玉米秸秆降解及土壤微生物量碳、氮和酶活性的影响[J]. 中国生态农业学报,2013,21(2):149-156.
- [29] 黄婷苗,王朝辉,侯仰毅,等. 施氮对关中还田玉米秸秆腐解和养分释放特征的影响[J]. 应用生态学报,2017,28(7):2261-2268.
- [30] 孟超然,白如霄,杨鹏辉,等. 秸秆还田对干旱区滴灌玉米生产及土壤微生物的影响[J]. 新疆农业科学,2018,55(12):2251-2260.