

网络出版时间:2014-04-25 15:48

DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2014.05.030

网络出版地址:http://www.cnki.net/kcms/doi/10.13207/j.cnki.jnwafu.2014.05.030.html

玉米秸秆揉丝微贮与传统青贮饲料发酵过程中 pH 和微生物的变化

程银华¹,雷雪芹¹,徐廷生¹,王青青¹,田英申²

(1 河南科技大学 动物科技学院,河南 洛阳 471003;

2 西安新天地草业有限公司,陕西 临潼 710605)

[摘要] **【目的】**研究玉米秸秆揉丝微贮与传统青贮饲料发酵过程中 pH 和主要微生物数量的变化。**【方法】**制作玉米秸秆揉丝微贮饲料和传统青贮饲料各 70 瓶,分别于装瓶前及装瓶后的第 1,2,3,5,6,7,8,9,10,11,12,15,16,18,20,22,26,28,30 和 35 天取样,用电子酸度计测 pH;同时分别用 MRS 培养基和孟加拉红培养基培养样品,测定样品中的乳酸菌、酵母菌和霉菌数量。**【结果】**1)玉米秸秆揉丝微贮饲料 pH 在第 6 天下降到 4 以下,然后稳定在 3.8 左右,整体低于传统青贮饲料。2)玉米秸秆揉丝微贮饲料中的乳酸菌数量在第 5 天达到最高峰,为 5.58×10^{11} CFU/g,之后开始下降,直至第 11 天出现第 2 次高峰,然后缓慢下降,在第 20 天之后趋于稳定;而传统青贮饲料中的乳酸菌数量于第 6 天达最高峰,为 8.00×10^{10} CFU/g,在第 22 天之后趋于稳定。3)玉米秸秆揉丝微贮饲料发酵初期的酵母菌数量随发酵时间的延长而减少,第 26 天之后再未检测到酵母菌的存在;而传统青贮饲料在发酵 1 d 后酵母菌数量迅速增加,之后缓慢下降,到第 30 天之后未检测到酵母菌的存在。4)玉米秸秆揉丝微贮和传统青贮饲料中的霉菌数量均迅速减少,到第 3 天后几乎检测不到霉菌的存在。**【结论】**玉米秸秆揉丝微贮饲料和传统青贮饲料发酵过程中,pH 和主要微生物数量均发生了明显变化,但前者的变化更利于玉米秸秆的青贮。

[关键词] 玉米秸秆;揉丝微贮饲料;传统青贮饲料;pH;乳酸菌;酵母菌;霉菌

[中图分类号] S816.503.4

[文献标志码] A

[文章编号] 1671-9387(2014)05-0017-05

Changes of pH and microorganism during the fermentation of microbial and traditional silages with corn straw knead wire

CHENG Yin-hua¹,LEI Xue-qin¹,XU Ting-sheng¹,

WANG Qing-qing¹,TIAN Ying-shen²

(1 College of Animal Science and Technology, Henan University of Science and Technology, Luoyang, Henan 471003, China

2 Xi'an Xintiandi Grass Industry Co., Ltd. Lintong, Shaanxi 710605, China)

Abstract: **【Objective】** This study investigated changes in pH and major microorganisms during the fermentation of microbial and traditional silages with corn straw knead wire. **【Method】** In each 70 bottles microbial rubbing silk and 70 bottles traditional silage were produced with corn straws. Samples were collected before bottling and 1,2,3,5,6,7,8,9,10,11,12,15,16,18,20,22,26,28,30 and 35 days after bottling. pH was determined by the Electronic pH meter selective. MRS medium and Bengal culture medium were used to determine numbers of lactic acid bacteria, yeast and mold. **【Result】** 1) pH of corn straw knead wire microbial silage reduced to less 4 at the 6th day and kept stable at around 3.8, and its level was lower than

[收稿日期] 2013-04-15

[基金项目] 河南洛阳市科技计划项目“规模化绿色奶业关键技术研究与应用”(20110816)

[作者简介] 程银华(1988—),女,河南信阳人,在读硕士,主要从事动物生产研究。

[通信作者] 雷雪芹(1962—),女,河南洛阳人,博士,教授,硕士生导师,主要从事生物技术与动物遗传育种研究。

E-mail: xueqinlei@163.com

that of traditional silage. 2) The number of lactic acid bacteria of corn straw knead wire microbial silage increased rapidly and reached the first peak of 5.58×10^{11} CFU/g at the 5th day, followed by begin to decrease. Its second peak appeared at the 11th day and it kept stable after the 20th day. The number of lactic acid bacteria in traditional silage reached the peak of 8.00×10^{10} CFU/g at the 6th day and kept stable after the 22th day. 3) The number of yeast in corn straw knead wire microbial silage reduced as the extension of fermentation time and below detection limit after the 26th day. The number of yeast in traditional silage increased rapidly after the 1th day before reducing slowly and finally below the detection limit after the 30th day. 4) The number of mold in straw knead wire microbial and traditional silages reduced sharply and no mold was almost found after the 3th day. 【Conclusion】 The numbers of major microorganisms changed significantly during the fermentation. Changes of microorganisms were more conducive to corn straw silage.

Key words: corn straw; knead wire microbial silage; traditional silage; pH; lactic acid bacteria; yeast; mould

随着畜牧业的快速发展,饲料不足已成为限制畜牧业持续发展的重要因素。玉米秸秆作为我国重要的秸秆资源,年产量可达 2.65 亿 t 以上^[1]。但由于玉米秸秆粗蛋白含量低、粗纤维含量高、干物质消化率低、适口性差等原因,限制了其在畜牧业中的利用。因此,建立一种安全有效的玉米秸秆资源利用方法显得尤为重要。在新型玉米秸秆揉丝微贮饲料生产过程中,将传统的横向铡切改为纵向拉丝、揉搓,破坏了玉米秸秆表面的硬质茎节,使秸秆呈柔软的草丝状,同时加入秸秆生物贮料调制剂,经密闭厌氧发酵,降低了饲料的 pH,抑制了有害微生物的活动,防止原料中的养分分解从而延长了保存期。目前,我国的玉米秸秆揉丝微贮技术正在逐步兴起。张静^[2]通过西安一家公司在吉林、宁夏和陕西省临潼、泾阳、宝鸡等地的大量试验表明,使用玉米秸秆微生物揉丝饲草技术,可使奶牛日增产奶量达 3~5 kg,肉牛日增质量达 0.5 kg,为养殖户增加了经济效益。

本试验在前人对玉米秸秆揉丝微贮饲料与传统青贮饲料成分进行全面对比分析的基础上^[3],探讨发酵过程中玉米秸秆揉丝微贮饲料和传统青贮饲料中 pH 和微生物数量的变化规律,旨在为玉米秸秆饲料的生产提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

纵向拉丝、揉搓和横向铡切的玉米秸秆均采自河南洛阳市孟津犇犇犇奶牛养殖专业合作社;秸秆生物贮料调制剂购自西安新天地草业有限公司,为复合微生态制剂,有效成分为益生活干菌,益生菌总数 $\geq 5 \times 10^7$ g⁻¹。

1.2 玉米秸秆揉丝微贮与传统青贮饲料的制作及试验设计

揉丝微贮饲料是在纵向拉丝、揉搓的玉米秸秆中加入秸秆生物贮料调制剂(每千克秸秆加秸秆生物贮料调制剂 0.5 g)后装入 1 L 瓶内贮存,而传统青贮饲料是将横向铡切的玉米秸秆直接装入瓶内贮存。每种饲料分别做 70 瓶,并将瓶内秸秆压实密封,实验室室温避光保存备用。

分别在装瓶前(第 0 天)及装瓶完成后的第 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 18, 20, 22, 26, 28, 30 和 35 天,取样检测各样品的 pH 值以及乳酸菌、酵母菌和霉菌数量,每次从揉丝微贮和传统青贮饲料中各取 3 瓶,且每瓶样品均设 3 个重复。

1.3 试验方法

1.3.1 pH 测定 称取样品 10 g,再加入 90 mL 蒸馏水,在 5 ℃ 条件下静置 0.5 h,待其充分浸泡后,用电子酸度计进行测定。

1.3.2 乳酸菌数量测定 采用 MRS 培养基^[4],分别接种 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} , 10^{-9} 4 个稀释梯度的悬浮液,将接种好的培养皿于 37 ℃ 培养 72 h 后,选取 MRS 培养基上光滑、圆形的灰白色菌落进行乳酸菌计数。

1.3.3 酵母菌和霉菌数量测定 采用孟加拉红培养基^[5],分别接种 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} 4 个稀释梯度的悬浮液,于(28±1) ℃ 培养 48 h 后,选取孟加拉红培养基上湿润、光滑、不透明、比细菌大而厚的菌落进行酵母菌计数;同时选取菌丝细长、菌落疏松呈绒毛状、蜘蛛网状、棉絮状菌落进行霉菌计数。

1.3.4 统计分析 数据用 EXCEL 2007 和 SPSS 17.0 软件进行统计与分析。

2 结果与分析

2.1 玉米秸秆揉丝微贮和传统青贮饲料发酵过程中 pH 的变化

pH 是评价微贮和青贮饲料品质最简单且最重要的指标,pH 值越低,酸度越大,则说明饲料得到了很好的保存。揉丝微贮和传统青贮饲料发酵过程中的 pH 变化见图 1。

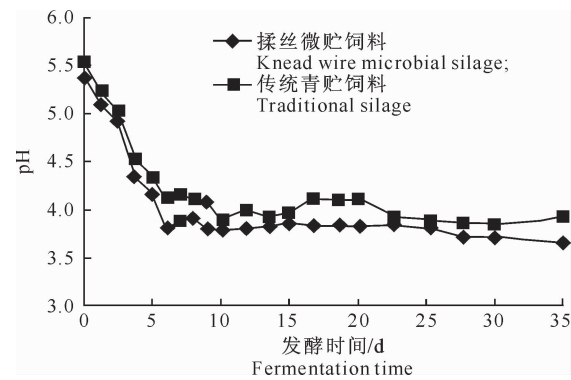


图 1 玉米秸秆揉丝微贮和传统青贮饲料发酵过程中 pH 的变化

Fig.1 The changes of pH value in knead wire microbial and traditional silages during fermentation

由图 1 可知,随着揉丝微贮和传统青贮饲料发酵时间的延长,2种饲料的pH在发酵初期均迅速下

降,揉丝微贮和传统青贮饲料在发酵第 3 天时 pH 下降到了 4.5 以下,达到良好饲料的 pH 标准^[6]。发酵后揉丝微贮饲料的 pH 下降较快,也比较平稳,35 d 时 pH 较低,而传统青贮饲料的 pH 在发酵过程中有些波动,35 d 时其 pH 高于揉丝微贮饲料。

2.2 玉米秸秆揉丝微贮和传统青贮饲料发酵过程中微生物数量的变化

玉米秸秆揉丝微贮和传统青贮饲料发酵过程中微生物的数量变化见表 1。

2.2.1 乳酸菌 由表 1 可知,在发酵初期,玉米秸秆揉丝微贮饲料中的乳酸菌数量迅速增加,在第 5 天达到第 1 个高峰,乳酸菌数量为 5.58×10^{11} CFU/g;然后随发酵时间的延长逐渐下降并趋于平缓,至第 11 天出现第 2 个高峰,乳酸菌数量为 2.80×10^{11} CFU/g,之后乳酸菌数量总体呈降低趋势,到微贮发酵第 20 天时乳酸菌数量为 7.12×10^9 CFU/g,此后饲料中的乳酸菌数量基本趋于稳定。传统青贮饲料乳酸菌数量在发酵第 6 天出现高峰,乳酸菌数量为 8.00×10^{10} CFU/g,然后随发酵时间的延长乳酸菌数量逐渐下降,至第 12 天出现第 2 个高峰,乳酸菌数量为 2.17×10^{10} CFU/g,之后乳酸菌数量总体呈降低趋势,到第 22 天时乳酸菌数量为 6.77×10^8 CFU/g,乳酸菌数量开始趋于稳定。

表 1 玉米秸秆揉丝微贮和传统青贮饲料发酵过程中微生物数量的变化

Table 1 The changes of numbers of microorganisms in knead wire microbial and traditional silages

发酵时间/d Fermentation time	乳酸菌 LAB		酵母菌 Yeast		霉菌 Mould	
	揉丝微贮饲料 knead wire microbial silage	传统青贮饲料 Traditional silage	揉丝微贮饲料 knead wire microbial silage	传统青贮饲料 Traditional silage	揉丝微贮饲料 knead wire microbial silage	传统青贮饲料 Traditional silage
	揉丝微贮饲料 knead wire microbial silage	传统青贮饲料 Traditional silage	揉丝微贮饲料 knead wire microbial silage	传统青贮饲料 Traditional silage	揉丝微贮饲料 knead wire microbial silage	传统青贮饲料 Traditional silage
0	$(5.83 \pm 0.24) \times 10^9$	$(5.07 \pm 3.99) \times 10^8$	$(8.70 \pm 3.26) \times 10^5$	$(5.58 \pm 1.67) \times 10^5$	$(5.17 \pm 2.55) \times 10^3$	$(7.83 \pm 1.65) \times 10^3$
1	$(6.66 \pm 0.41) \times 10^9$	$(8.84 \pm 1.68) \times 10^8$	$(4.21 \pm 4.03) \times 10^5$	$(4.53 \pm 0.71) \times 10^6$	$(5.48 \pm 1.45) \times 10^2$	$(1.00 \pm 0.57) \times 10^3$
2	$(8.55 \pm 1.25) \times 10^{10}$	$(9.27 \pm 0.52) \times 10^8$	$(1.50 \pm 0.22) \times 10^5$	$(4.50 \pm 1.06) \times 10^6$	$(1.60 \pm 0.47) \times 10^2$	$(2.90 \pm 0.89) \times 10^2$
3	$(8.63 \pm 0.24) \times 10^{10}$	$(3.90 \pm 0.05) \times 10^9$	$(5.33 \pm 3.35) \times 10^4$	$(3.13 \pm 0.28) \times 10^6$	$<1 \times 10^2$	$<1 \times 10^2$
5	$(5.58 \pm 1.77) \times 10^{11}$	$(4.43 \pm 0.14) \times 10^9$	$(5.57 \pm 4.34) \times 10^4$	$(2.72 \pm 1.34) \times 10^6$	$<1 \times 10^2$	$<1 \times 10^2$
6	$(3.03 \pm 2.07) \times 10^{11}$	$(8.00 \pm 3.30) \times 10^{10}$	$(5.63 \pm 3.49) \times 10^4$	$(2.04 \pm 1.40) \times 10^6$	$<1 \times 10^2$	$<1 \times 10^2$
7	$(2.18 \pm 1.15) \times 10^{10}$	$(2.05 \pm 0.54) \times 10^{10}$	$(1.21 \pm 0.47) \times 10^5$	$(1.31 \pm 0.53) \times 10^6$	$<1 \times 10^2$	$<1 \times 10^2$
8	$(5.78 \pm 5.02) \times 10^{10}$	$(7.13 \pm 3.58) \times 10^9$	$(1.18 \pm 0.55) \times 10^5$	$(4.75 \pm 0.82) \times 10^5$	$<1 \times 10^2$	$<1 \times 10^2$
9	$(3.23 \pm 3.11) \times 10^{10}$	$(2.45 \pm 0.54) \times 10^9$	$(6.71 \pm 2.15) \times 10^4$	$(9.33 \pm 6.13) \times 10^5$	$<1 \times 10^2$	$<1 \times 10^2$
10	$(9.67 \pm 2.35) \times 10^{10}$	$(2.66 \pm 1.36) \times 10^9$	$(5.75 \pm 2.67) \times 10^4$	$(5.10 \pm 4.81) \times 10^5$	$<1 \times 10^2$	$<1 \times 10^2$
11	$(2.80 \pm 0.94) \times 10^{11}$	$(7.84 \pm 4.01) \times 10^9$	$(8.65 \pm 0.02) \times 10^4$	$(5.95 \pm 2.62) \times 10^5$	$<1 \times 10^2$	$<1 \times 10^2$
12	$(5.39 \pm 0.16) \times 10^{10}$	$(2.17 \pm 3.06) \times 10^{10}$	$(6.92 \pm 0.16) \times 10^4$	$(1.35 \pm 2.33) \times 10^4$	$<1 \times 10^2$	$<1 \times 10^2$
15	$(8.22 \pm 0.45) \times 10^{10}$	$(6.53 \pm 1.98) \times 10^9$	$(3.83 \pm 3.73) \times 10^4$	$(6.60 \pm 0.85) \times 10^4$	$<1 \times 10^2$	$<1 \times 10^2$
16	$(6.43 \pm 0.61) \times 10^{10}$	$(9.13 \pm 4.05) \times 10^9$	$(2.24 \pm 1.03) \times 10^4$	$(4.80 \pm 1.98) \times 10^4$	$<1 \times 10^2$	$<1 \times 10^2$
18	$(1.95 \pm 0.64) \times 10^{10}$	$(4.18 \pm 1.72) \times 10^9$	$(6.05 \pm 2.47) \times 10^3$	$(3.69 \pm 2.84) \times 10^4$	$<1 \times 10^2$	$<1 \times 10^2$
20	$(7.12 \pm 4.55) \times 10^9$	$(1.37 \pm 2.64) \times 10^9$	$(3.63 \pm 3.58) \times 10^3$	$(3.56 \pm 0.04) \times 10^4$	$<1 \times 10^2$	$<1 \times 10^2$
22	$(7.18 \pm 0.73) \times 10^9$	$(6.77 \pm 0.19) \times 10^8$	$(1.02 \pm 0.54) \times 10^3$	$(6.85 \pm 2.29) \times 10^3$	$<1 \times 10^2$	$<1 \times 10^2$
26	$(8.00 \pm 0.47) \times 10^9$	$(9.17 \pm 2.12) \times 10^8$	$(3.99 \pm 1.51) \times 10^2$	$(4.47 \pm 0.75) \times 10^3$	$<1 \times 10^2$	$<1 \times 10^2$
28	$(5.02 \pm 1.34) \times 10^9$	$(7.13 \pm 0.09) \times 10^8$	$<1 \times 10^2$	$(2.50 \pm 1.40) \times 10^3$	$<1 \times 10^2$	$<1 \times 10^2$
30	$(4.10 \pm 0.28) \times 10^9$	$(8.50 \pm 1.17) \times 10^8$	$<1 \times 10^2$	$(1.90 \pm 0.75) \times 10^2$	$<1 \times 10^2$	$<1 \times 10^2$
35	$(5.23 \pm 3.16) \times 10^9$	$(6.95 \pm 3.42) \times 10^8$	—	—	—	—

注:—未测定。Note:— indicates not detected.

2.2.2 酵母菌 由表 1 可知,随着发酵时间的延长,玉米秸秆揉丝微贮饲料酵母菌数量总体呈下降趋势,到第 26 天之后检测不到酵母菌的存在。传统青贮饲料在发酵 1 d 后酵母菌数量迅速增加,之后随发酵时间延长呈下降趋势,到第 30 天之后检测不到酵母菌的存在。

2.2.3 霉菌 由表 1 可知,随着发酵时间的延长,玉米秸秆揉丝微贮和传统青贮饲料霉菌数量均迅速减少,到第 3 天之后几乎检测不到霉菌的存在。

3 讨论

3.1 玉米秸秆揉丝微贮和传统青贮饲料发酵过程中 pH 的变化

pH 能反映青贮饲料是否得到了很好的保存以及其被腐败菌分解的程度^[7],品质优良的青贮饲料 pH 为 3.8~4.5^[6]。本试验中,玉米秸秆揉丝微贮饲料的 pH 在贮存发酵的第 6 天便降到 4.0 以下,然后稳定在 3.8 左右,饲料保存发酵效果较好。这是由于揉丝微贮饲料中加入了秸秆生物贮料调制剂,使饲料中分解纤维的菌数增加,降低了 pH 值,从而抑制了饲料中有害微生物(腐败菌、酵母菌、丁酸菌等)的生长繁殖。在整个发酵过程中,传统青贮饲料的 pH 一直高于揉丝微贮饲料。

3.2 玉米秸秆揉丝微贮和传统青贮饲料发酵过程中乳酸菌、酵母菌和霉菌数量的变化

在青贮饲料发酵过程中,乳酸菌是起主要作用的有益微生物,可在厌氧状态下将原料中的糖类转化为乳酸。本试验表明,玉米秸秆揉丝微贮饲料的 pH 下降很快,在第 3 天时便降到 4.5 以下,为乳酸菌发挥作用提供了良好条件。本试验中,玉米秸秆揉丝微贮和传统青贮饲料中的乳酸菌数量共出现了 2 次升降变化,最后趋于稳定,这与张慧杰^[8]对饲草青贮过程中乳酸菌数量变化的研究结果相似。

在玉米秸秆揉丝微贮和传统青贮饲料发酵过程中,酵母菌起着非常重要的作用。酵母菌是一种单细胞兼性厌氧真菌,在厌氧条件下,其利用原料中的糖类发酵生成乙醇和 CO₂,使饲料具有酒香味。陈耀钦^[9]研究表明,酵母菌能够提高奶牛的产奶量,调节瘤胃微生物、pH 和挥发性脂肪酸等。但是在青贮饲料发酵过程中酵母菌剧烈活动是不利的,其可能会导致青贮饲料发生二次发酵。本试验中,揉丝微贮饲料和传统青贮饲料的酵母菌数量总体呈下降趋势,但传统青贮饲料在发酵 1 d 后酵母菌数量出现上升,此结果与杨云贵等^[10]对玉米带穗青贮过程

中酵母菌数量变化的研究结果相似。

霉菌是导致发酵饲料好气性变质的主要微生物。霉菌常存在于饲料的表层和边缘与空气接触的部分,一般多采用降低 pH 值和保证厌氧环境来抑制霉菌的生长。据报道,全世界每年约有 1/4 的谷物和饲料原料被霉菌毒素污染而变色、变味或结块,导致适口性下降,严重降低了饲料的营养价值^[11]。因此,青贮饲料中的霉菌数量越少越好,消失的时间越早越好。本试验中,揉丝微贮和传统青贮饲料中的霉菌数量均随发酵时间的延长而迅速减少,且均在第 3 天后几乎检测不到霉菌的存在。

[参考文献]

[1] 农业部新闻办公室. 全国农作物秸秆资源调查与评价报告 [J]. 农业工程技术·新能源产业, 2011(2): 2-5.
Information Office of the Ministry of Agriculture. National crop straw resources survey and evaluation report [J]. Agricultural Engineering Technology·New Energy Industry, 2011 (2): 2-5. (in Chinese)

[2] 张 静. 浅谈玉米秸秆揉丝技术 [J]. 农村养殖技术, 2013 (11): 59-60.
Zhang J. On the corn stalks rubbing wire technique [J]. Rrural Farming Techniques, 2013(11): 59-60. (in Chinese)

[3] 程银华, 雷雪芹, 徐廷生, 等. 揉丝微贮与传统青贮秸秆的微生物组成与营养成分分析 [J]. 家畜生态学报, 2013, 34(4): 41-44.
Cheng Y H, Lei X Q, Xu T S, et al. Microbe composition and nutrient content analysis for straws of knead wire microbial and traditional silage [J]. Acta Ecologiae Animals Domastici, 2013, 34(4): 41-44. (in Chinese)

[4] 张 帆, 刘立恒, 藤 达, 等. 植物乳杆菌和戊糖片球菌活菌计数检测 [J]. 饲料广角, 2002(21): 38-39.
Zhang F, Liu L H, Teng D, et al. Lactobacillus plantarum and pediococcus pentosaceus viable count detection [J]. Feed Wide-Angle, 2002(21): 38-39. (in Chinese)

[5] 施震地. 食品中霉菌检测方法探究 [J]. 沿海企业与科技, 2012 (12): 6-8.
Shi Z D. Mold detection methods to explore foods [J]. Coastal Enterprises and Science & Technology, 2012(12): 6-8. (in Chinese)

[6] 周元军. 秸秆饲料加工与应用及技术图说 [M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 2003: 88-89.
Zhou Y J. Straw feed processing and application and technical drawings [M]. Zhengzhou: Henan Science and Technology Press, 2003: 88-89. (in Chinese)

[7] 席兴军, 韩鲁佳, 原慎一郎, 等. 添加甲酸和乳酸菌对青贮玉米秸秆青贮饲料品质的影响 [J]. 中国农业大学学报, 2003, 8 (2): 21-25.
Xi X J, Han L J, Haratsutsusumu I R, et al. Effect of adding formic acid and lactic acid bacteria on the quality of corn straw si-

lage [J]. Journal of China Agricultural University, 2003, 8(2): 21-25. (in Chinese)

[8] 张慧杰. 饲草青贮微生物菌群动态变化与乳酸菌的鉴定筛选 [D]. 北京: 中国农业科学院, 2011.

Zhang H J. The dynamic changes of microbial florain forage silage and identification and screening of Lactic Acid Bacteria species isolated from forage silage [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2011. (in Chinese)

[9] 陈耀钦. 酵母菌在奶牛饲料中的应用研究 [J]. 饲料研究, 2011 (2): 22-24.

Chen Y Q. Yeast in dairy cattle feed in applied research [J]. Feed Research, 2011(2): 22-24. (in Chinese)

[10] 杨云贵, 张越利, 杜 欣, 等. 2 种玉米青贮饲料青贮过程中主要微生物的变化规律研究 [J]. 畜牧兽医学报, 2012, 43(3): 397-403.

Yang Y G, Zhang Y L, Du X, et al. Study on the major micro-organism changes during the silage processing of two kinds of corn silage [J]. Chinese Journal of Animal and Veterinary Sciences, 2012, 43(3): 397-403. (in Chinese)

[11] 褚长增, 周顺成, 党治军, 等. 饲料中的霉菌毒素对养殖业的危害及防对策略 [J]. 畜牧与饲料科学, 2011, 32(8): 60-61.

Zhu C Z, Zhou S C, Dang Z J, et al. The hazards and prevention strategies of mycotoxins in feed for aquaculture industry [J]. Animal Husbandry and Feed Science, 2011, 32(8): 60-61. (in Chinese)

(上接第 16 页)

[12] 王宗伟, 牟晓玲, 杨国伟, 等. 日粮营养水平对东北肉鹅生长性能及血液生化指标的影响 (1~28 日龄) [J]. 核农学报, 2009, 23(5): 891-897.

Wang Z W, Mou X L, Yang G W, et al. The diet nutrient levels on northeast goose growth performance and blood biochemical indicators of impact (1—28 days of age) [J]. Nuclear Agronomy, 2009, 23(5): 891-897. (in Chinese)

[13] 张召兄, 潘晓亮, 任耀军, 等. 不同蛋白能量比日粮对荷斯坦奶公犊育肥效果及血液生化指标的影响研究 [J]. 中国畜牧兽医, 2007, 34(7): 75-77.

Zhang Z X, Pan X L, Ren Y J, et al. Effect of different level of ratio of protein to energy in ration on growth performance and biochemical serum indexes in holstein male calf [J]. China Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2007, 34(7): 75-77. (in Chinese)

[14] 白小彦, 王炳文, 杨富民, 等. 美系獭兔血液生理生化指标测定 [J]. 甘肃农业大学学报, 2011, 46(2): 23-26.

Bai X Y, Wang B W, Yang F M, et al. Beauty is a beaver rabbit blood physiological and biochemical index determination [J]. Journal of Gansu Agricultural University, 2011, 46(2): 23-26. (in Chinese)

[15] 董 兵, 谷子林, 刘亚娟, 等. 不同水平大蒜素对獭兔生产性能及血液生化指标的影响 [J]. 贵州农业科学, 2010, 38(4): 138-141.

Dong B, Gu Z L, Liu Y J, et al. Different levels of allicin effect on production performance and blood biochemical indicators of otter rabbit [J]. Journal of Guizhou Agricultural Science, 2010, 38(4): 138-141. (in Chinese)