

不同菌株对苹果渣青贮饲料发酵效果的影响

肖 健,来航线,姜 林,薛泉宏,张海燕,吴 超

(西北农林科技大学 资源环境学院,陕西 杨凌 712100)

【摘 要】 【目的】探讨接种 3 种不同菌株对苹果渣青贮饲料营养成分的影响。【方法】以 3 株乳酸菌(植物乳杆菌(*Lactobacillus plantarum*, R1)、马乳杆菌(*Lactobacillus acidipiscis*, R11)、戊糖片球菌(*Pediococcus pentosacus*, R16))、1 株酵母菌(产香酵母(*Aroma-producing yeast*, M5))及 1 株芽孢杆菌(蜡样芽孢杆菌(*Bacillus cereus*, B2))作为供试菌种,以不添加菌种的苹果渣自然青贮为对照,设 6 个接菌处理(分别接种菌株 R1、R11、R16、R1+M5+B2、R11+M5+B2 和 R16+M5+B2),研究不同处理对苹果渣青贮发酵过程中 pH、供试菌株数量及各类营养成分含量的影响。【结果】混菌青贮模式下,微生物之间无明显的竞争或拮抗作用,均能良好生长,菌数可达到 $10^8 \sim 10^{10} \text{ g}^{-1}$;各处理的 pH 均可降至 3.70 以下,其中以处理 1 的 pH 降低最为明显,45 d 后其 pH 值达到 3.50。青贮后苹果渣饲料营养水平高于鲜果渣,所有处理氨态氮含量均有一定增加,各混菌处理总氮含量均有不同程度的增加,其中以处理 5 最为明显,总氮含量增长了 70%;各处理有机酸含量均有明显增长,尤其以处理 1 和处理 2 的增加量较为明显,增加量约为 400%。【讨论】合理的乳酸菌和酵母菌配比,可以使乳酸菌在青贮过程中发挥主导作用,而且增加了饲料中的粗蛋白含量,提高了饲料品质,且混菌青贮优于单菌青贮。

【关键词】 乳酸菌;酵母菌;蜡样芽孢杆菌;苹果渣青贮;养分水平

【中图分类号】 S816.6;Q939.96

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2010)03-0083-06

Influence of different strains on the efficiency of silage apple pomace fermentation

XIAO Jian, LAI Hang-xian, JIANG Lin, XUE Quan-hong, ZHANG Hai-yan, WU Chao

(College of Resource and Environmental Science, Northwest A&F University Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: 【Objective】 The study investigated the influence of three kinds of strains on silage apple pomace nutrition. 【Method】 Three kinds of lactobacillus(*Lactobacillus plantarum*, R1; *Lactobacillus acidipiscis*, R11; *Pediococcus pentosacus*, R16), one yeast(*Aroma-producing yeast*, M5) and one bacillus cereus(*Bacillus cereus*, B2) were used as the test strains. Six treatments(R1, R11, R16, R1+M5+B2, R11+M5+B2 and R16+M5+B2) were set with the natural apple pomace silage as the control treatment. The influence of the number of microorganisms, pH and nutrient indexes in different treatments was studied. 【Result】 The results showed that all of the microorganisms can grow well with no obvious competition or antagonism under the mixed mode and the bacterium number can reach $10^8 - 10^{10}$ per gram; pH decreased and lower than 3.70 in all treatments, among which treatment 1 was the lowest and reached 3.50 forty five days later. The nutritional levels in silage apple pomace were higher than fresh apple pomace, the ammonia nitrogen was increased obviously in all treatments, and the crude protein content increased in every mixed mode, especially in treatment 5, increased by 70%; Also, the organic acids increased distinctly, the lactic

* [收稿日期] 2009-08-31

[基金项目] 国家科技支撑计划项目(2007BAD89B16);国家“十一五”科技支撑计划奶业专项(2006BAD04A11)

[作者简介] 肖 健(1984—),男,甘肃陇西人,回族,在读硕士,主要从事微生物资源与利用研究。E-mail: xjxs163@yahoo.com.cn

[通信作者] 来航线(1964—),男,陕西礼泉人,副教授,博士,主要从事微生物生态和微生物资源与利用研究。

E-mail: laihangxian@163.com

acid in treatment 1 and 2 increased more obviously,by nearly 400% increase.【Conclusion】 With reasonable formula of lactobacillu and yeast,not only did lactobacillu play the leading role,but also the crude protein was increased and the feed nutrition was enhanced. The treatment of mixed bacteria was better than single bacterium.

Key words:*Lactobacillus*;yeast;*Bacillus cereus*;apple pomace silage;nutrition level

我国是世界闻名的苹果生产和消费大国,而陕西省又是苹果大省。2002 年陕西省的苹果种植面积为 36.9 万 hm²,产量达 392 万 t,占全国总产量的 22%,占世界总产量的 7%;2003 年陕西的苹果栽培面积跃居全国首位,产量仅在山东之后,居全国第二位^[1]。到 2007 年,陕西苹果面积已达 42 万 hm²,面积和产量均居全国第一^[2]。

目前,陕西省每年通过榨汁生产出 200 万 t 以上的苹果渣,由于新鲜苹果渣水分含量高、营养丰富,为微生物的生长提供了有利条件。如果不能及时有效地加以处理,极易腐败进而造成环境污染和资源浪费^[3]。苹果渣用作饲料时可以鲜饲或制成苹果渣干粉,鲜果渣堆放易酸败变质,饲喂周期短,同时限制了商品流通。苹果渣干粉一般采用烘干或自然晾晒干燥,但烘干成本太高,而自然晾晒又受天气条件影响很大,制约因素很多。鲜苹果渣也可以制成高蛋白发酵饲料,但由于其制作工艺复杂,在实际应用中较难推广^[4-5]。由于苹果渣青贮操作过程简单、成本低,青贮后不但饲料保存时间长,同时易于形成产业化,因此青贮是苹果渣资源化和无害化利用的一种有效途径。目前国内已有一些关于苹果渣青贮的研究^[6-8],但大多数研究只是对苹果渣进行了简单的自然青贮,添加菌种的苹果渣青贮研究尚鲜有报道。

本试验以新鲜苹果渣作为青贮原料,利用 3 株乳酸菌进行单菌青贮及利用这 3 株乳酸菌分别与 1 株产香酵母和 1 株蜡样芽孢杆菌进行混菌青贮,探讨不同菌株对苹果渣青贮饲料发酵效果的影响,以期获得优良的青贮苹果渣菌剂配方提供依据。

1 材料与方法

1.1 材 料

1.1.1 供试菌株 3 株供试乳酸菌分别为植物乳杆菌(*Lactobacillus plantarum*, R1)、马里乳杆菌(*Lactobacillus acidipiscis*, R11)和戊糖片球菌(*Pediococcus pentosacous*, R16);供试酵母菌为产香酵母(*Aroma-producing yeast*, M5);供试芽孢杆菌为蜡样芽孢杆菌(*Bacillus cereus*, B2)。以上 5 株菌种

均由西北农林科技大学资源环境学院试验室保存。

1.1.2 青贮原料 采自陕西省乾县海升果汁厂榨汁后的新鲜苹果渣。

1.1.3 培养基^[9-10] 3 种培养基分别为:(1)乳酸菌培养基(MRS 培养基)。其组分为:蛋白胨 10 g,酵母膏 5 g,牛肉膏 10 g,葡萄糖 20 g,乙酸钠 5 g,柠檬酸二铵 2 g,吐温-80 1 mL,硫酸镁 0.58 g,硫酸锰 0.05 g,磷酸氢二钾 2 g,琼脂 20 g,蒸馏水 1 000 mL。调 pH 为 6.2~6.4,121 ℃灭菌 15 min。

(2)酵母菌培养基(YM 培养基)。其组分为:酵母浸出物 3 g,麦芽浸出物 3 g,蛋白胨 5 g,葡萄糖 10 g,琼脂 20 g,蒸馏水 1 000 mL。

(3)蜡样芽孢杆菌培养基(细菌培养基)。其组分为:牛肉膏 3 g,蛋白胨 10 g,氯化钠 5 g,琼脂 20 g,蒸馏水 1 000 mL。

1.2 方 法

1.2.1 试验设计 试验共设计了 6 个处理,同时以不添加菌种的苹果渣自然青贮为对照(CK),试验期为 45 d,分别于培养的 1,2,3,5,10,20,45 d 进行采样,分析供试菌株的数量动态变化,并记录样品 pH 值。待青贮发酵结束后,对所有处理的各种养分指标进行分析测定。各处理中乳酸菌的添加量为 10⁷ g⁻¹,酵母菌和蜡样芽孢杆菌的添加量均为 10⁶ g⁻¹。试验方案见表 1。

表 1 苹果渣青贮发酵试验菌株添加方案

Table 1 Design of strains added in apple pomace silage

处理 Treatment	菌株 Strain	处理 Treatment	菌株 Strain
1	R1	4	R1+M5+B2
2	R11	5	R11+M5+B2
3	R16	6	R16+M5+B2

1.2.2 供试菌株数量测定 采用稀释平板分离法^[10],乳酸菌和蜡样芽孢杆菌于 37 ℃培养 1~2 d;酵母菌于 28 ℃培养 3~4 d。

1.2.3 青贮样品 pH^[11]的测定 取蒸馏水浸提样品(V(水):V(青贮样品)=10:1),用 DELTA-320 pH 计测定 pH。

1.2.4 青贮物料各种养分指标的测定 乳酸、乙酸、丙酸和丁酸含量采用高效液相色谱法^[11]测定,

氨态氮含量采用流动分析仪测定^[11],干物质含量采用烘干法^[11]测定,粗蛋白含量采用凯氏定氮法^[11]测定,可溶性碳水化合物含量采用蒽酮比色法^[12]测定。

2 结果与分析

2.1 苹果渣青贮发酵过程中 pH 值的变化

青贮发酵过程中 pH 的变化,可直观地反映乳酸菌的产酸能力。对各阶段青贮发酵材料 pH 值的测定结果如表 2 所示。从表 2 可以看出,在苹果渣

的整个青贮期,随着青贮时间的延长,所有处理的 pH 值基本均呈下降趋势,且在后期趋于稳定。与其他处理组相比,CK 组的 pH 变化比较平缓,但青贮结束后,处理组和 CK 组的 pH 值较为接近,在青贮前期,与 CK 组相比,添加了乳酸菌处理组的 pH 值急剧降低;而不同乳酸菌处理组间差异不明显。在青贮结束后,处理 1 的 pH 值最低;添加酵母菌和蜡样芽孢杆菌处理组的 pH 值较未添加的处理组高。3 种乳酸菌处理相比,植物乳杆菌的降酸能力最强,马利乳杆菌次之,戊糖片球菌较弱。

表 2 苹果渣青贮发酵过程中 pH 值的变化
Table 2 Change of pH in apple pomace silage process

处理 Treatment	青贮时间/d Time						
	1	2	3	5	10	20	45
CK	4.42	4.35	4.01	3.89	3.85	3.79	3.68
1	4.07	3.73	3.69	3.74	3.57	3.53	3.50
2	3.99	3.71	3.64	3.64	3.65	3.59	3.52
3	4.03	3.76	3.67	3.63	3.65	3.63	3.61
4	4.06	3.87	3.77	3.65	3.63	3.62	3.59
5	4.07	3.70	3.66	3.67	3.62	3.63	3.57
6	4.05	3.77	3.69	3.66	3.58	3.57	3.55

2.2 苹果渣青贮发酵过程中有效菌群的变化

供试菌株有效菌群数量的动态变化,可以反映出其在青贮材料中的生长状况,从而判断饲料的发酵状况。对各青贮阶段的材料进行分离,检测每克

青贮材料干物质中乳酸菌、酵母菌和蜡样芽孢杆菌的数量,其结果见表 3~5。因处理 1~3 中没有添加蜡样芽孢杆菌,未测得其中蜡样芽孢杆菌数量,故没有在表 5 中列出。

表 3 苹果渣青贮发酵过程中不同菌株处理后乳酸菌数量的变化

Table 3 Quantity change of lactobacillus treated with different strains in apple pomace silage process $\times 10^8 \text{ g}^{-1}$

青贮时间/d Time	处理 Treatment						
	CK	1	2	3	4	5	6
1	0.84	10.80	13.10	11.20	9.40	10.00	10.50
2	1.40	7.20	7.90	5.80	8.70	8.50	7.60
3	2.20	6.30	6.70	6.00	4.90	5.50	8.70
5	9.30	6.90	3.00	1.70	1.80	3.20	2.10
10	6.70	3.50	2.40	0.96	1.30	0.79	1.10
20	0.08	0.23	0.11	0.22	0.12	0.10	0.15
45	0.01	0.02	0.04	0.03	0.01	0.05	0.04

表 4 苹果渣青贮发酵过程中不同菌株处理后酵母菌数量的变化

Table 4 Quantity change of yeast treated with different strains in apple pomace silage process $\times 10^6 \text{ g}^{-1}$

青贮时间/d Time	处理 Treatment						
	CK	1	2	3	4	5	6
1	5.1	6.3	6.8	79.0	1 251	907.0	631.0
2	4.5	6.7	8.9	27.0	153	175.0	96.0
3	3.5	3.5	3.3	14.0	21	15.0	6.1
5	2.2	1.5	2.3	3.9	33	2.4	0.4
10	0.2	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0

注:“0”表示未从样品中分离出酵母菌。
Note:“0”denotes not any of yeast can be separated from samples.

表 5 苹果渣青贮发酵过程中不同菌株处理后
蜡样芽孢杆菌数量的变化

Table 5 Quantity change of *Bacillus cereus* treated with
different strains in apple pomace silage process

青贮时间/d Time	处理 Treatment		
	4	5	6
1	152.00	496.00	135.00
2	4.40	7.40	8.90
3	12.00	7.50	1.50
5	0.45	0.31	0.75
10	0.32	0.15	0.75
20	0.07	0.36	0.15
45	0.09	0.17	0.31

从表 3~5 可以看出,在苹果渣青贮发酵过程中,随着青贮时间的延长,乳酸菌数量呈先增长后减少的变化趋势,其中处理 1,2,4 和 5 的乳酸菌数量于青贮第 2 天达到最高,而处理 3 和 6 于青贮第 3 天达最高值,CK 于第 5 天达到最高值。在青贮的前 10 d,各处理乳酸菌的增量均较高,且均高于 $5\times 10^8\text{ g}^{-1}$;待青贮 10 d 后,乳酸菌数量迅速降低,且均小于 $2.5\times 10^7\text{ g}^{-1}$ 。在青贮发酵过程中,随着青贮时间的延长,酵母菌数量呈逐渐减少的趋势,至最后无法检测出其变化,其中 CK 和处理 3,4,5 和 6 的酵母菌数量,于青贮的第 1 天达最高值,而处理 1 和

2 于第 2 天达最高值。处理 4,5,6 的酵母菌数量最高依次为 1.25×10^9 、 9.07×10^8 和 $6.31\times 10^8\text{ g}^{-1}$;待青贮 5 d 后,酵母菌数量迅速降低,几乎不能存活于青贮材料中。在青贮发酵过程中,随着青贮时间的延长,处理 4~6 中的蜡样芽孢杆菌数量呈逐渐减少的变化趋势,各处理组蜡样芽孢杆菌数量均在第 1 天达最高值,其中处理 5 蜡样芽孢杆菌数量最高,为 $4.96\times 10^7\text{ g}^{-1}$,待青贮 3 d 后,蜡样芽孢杆菌数量迅速降低,低于 $3.1\times 10^4\text{ g}^{-1}$ 。

供试菌株的生长状况,主要与青贮物料中的氧气、养分和 pH 值等因素有关,同时也和添加菌自身的耐受性相关。在苹果渣的青贮过程中,乳酸菌一直处于优势生长状态,从而保证了青贮的顺利进行。在处理 4~6 中,酵母菌的增量很明显,同时与未添加酵母菌的 CK 和处理组 1~3 相比,乳酸菌数量差异很小,这说明混菌青贮后,各菌株之间的拮抗或竞争作用不明显,菌株各自均能良好生长。

2.3 苹果渣青贮发酵饲料中主要养分含量的变化

苹果渣青贮发酵 45 d 后,测定各处理苹果渣青贮饲料的干物质(DM)、氨态氮(NH_4^+-N)、粗蛋白(CP)及可溶性碳水化合物(WSC)的含量,其结果见表 6。

表 6 苹果渣青贮发酵饲料中主要养分含量的变化

Table 6 Content of main nutrients in apple pomace silage

g/kg

测定指标 Index	鲜果渣 Fresh apple pomace	处理 Treatment						
		CK	1	2	3	4	5	6
干物质 DM	251.00	241.30	248.10	243.80	245.30	257.70	252.40	253.80
氨态氮 NH_4^+-N	0.28	0.73	0.74	0.72	0.71	0.76	0.70	0.69
粗蛋白 CP	3.99	3.08	3.74	3.56	3.30	4.42	6.77	5.38
可溶性碳水化合物 WSC	54.00	61.40	65.60	95.10	74.60	76.70	58.00	62.70

从表 6 可以看出,与青贮前相比,CK 与处理 1~3 的 DM 含量均小幅下降,其中以 CK 下降幅度最大;而处理 4~6 的 DM 含量小幅增加。青贮前后 NH_4^+-N 含量的变化较大,CK 和各处理的 NH_4^+-N 含量较青贮前均大幅上升。与青贮前相比,CK 与处理 1~3 的 CP 含量均有所降低,其中以 CK 组 CP 的降低幅度最大,约为 23%,这是因为青贮饲料中的腐败菌主要为大肠杆菌,它们主要分解青贮饲料中的蛋白质和氨基酸,导致饲料的 CP 含量下降^[13];处理 4~6 中的 CP 含量明显高于青贮前的原料,其中以处理 5 和 6 的增幅较大,约为 70%和 35%。这说明酵母菌的添加,可以有效弥补青贮饲料的蛋白质损失^[14]。青贮后,各处理的 WSC 含量均明显增加,其中以处理 2 的增幅最为明显,约为 76%;处理

3,4 的增加量也较多,大约为 40%。

2.4 苹果渣青贮发酵饲料中有机酸含量的变化

从表 7 可以看出,与青贮前相比,青贮结束后各处理的总酸含量均明显增加,其中 CK 的总酸含量高于其他处理。与青贮前相比,CK 的乳酸含量增加明显,而乙酸含量几乎没有变化;其他各处理的乳酸和乙酸含量都有较明显的增加。经过青贮发酵以后,只有 CK 产生了丙酸和丁酸,并且其丁酸含量很高,明显高于乳酸,对青贮饲料的品质产生了较大影响。处理 4 和 5 的乳酸和乙酸含量都明显低于处理 1 和 2;处理 3 和处理 6 的乳酸含量相同,只是处理 6 的乙酸高于处理 3。这说明 R16 的乳酸产生量受 M5 和 B2 的影响不大,而其他处理的 M5 和 B2 对同组乳酸菌产酸影响较大。

表 7 苹果渣青贮饲料中主要有机酸含量的变化

Table 7 Content of main organic acid in apple pomace silage

g/kg

有机酸 Organic acid	鲜果渣 Fresh apple pomace	处理 Treatment						
		CK	1	2	3	4	5	6
乳酸 Lactic acid	0.010	0.028	0.051	0.050	0.039	0.043	0.041	0.039
乙酸 Acetic acid	0.030	0.029	0.063	0.051	0.052	0.043	0.049	0.062
丙酸 Propionic acid	0	0.008	0	0	0	0	0	0
丁酸 Butyric acid	0	0.063	0	0	0	0	0	0
总酸 Total acids	0.040	0.128	0.114	0.101	0.091	0.086	0.090	0.101

注:“0”表示该有机酸含量较低,已检测不出。
Note:“0”denotes the kind of organic acid was very few.

3 讨论与结论

1)乳酸菌作为青贮过程中的核心菌,其生长状况对青贮的成败具有决定性作用^[15]。在本研究中,与不添加菌株的苹果渣自然青贮相比,添加乳酸菌能有效降低青贮物料的 pH,使其中有害微生物无法大量存活,延长饲料的保存时间,提高饲料的安全性,同时可最大限度地保存饲料的营养成分。本研究发现,对乳酸菌与酵母菌进行合理配比,在乳酸菌发挥作用的基础上,不仅增加了饲料中粗蛋白的含量,而且提高了饲料的品质。

2)本研究中,乳酸菌 R1、R11 和 R16,在单菌青贮处理 1~3 中的最高数量分别为 1.08×10^9 、 1.31×10^9 和 $1.12 \times 10^9 \text{ g}^{-1}$,在混菌青贮处理 4~6 中的最高数量分别为 9.4×10^8 、 1.0×10^9 和 $1.05 \times 10^9 \text{ g}^{-1}$ 。通过比较单菌青贮与混菌青贮的乳酸菌数量,可以发现,试验所添加的供试微生物在混合状态下相互影响不大,各自可以良好生长。青贮饲料中主要养分指标 DM 和 CP 的含量,在单菌青贮时最高分别为 248.1 和 3.74 g/kg,在混菌青贮时最高分别为 257.7 和 6.77 g/kg,通过对比可以看出,混菌青贮的饲料养分水平高于单菌青贮,因此混菌青贮优于单菌青贮。分析混菌青贮的各类指标可以看出,在不同菌株配比条件下,混菌青贮指标各有优势。在后续试验中,可以考虑将 2 株甚至更多的乳酸菌进行复合配比,通过完整的青贮周期,分析评定青贮效果,以期获得更好的青贮配方。由于目前对添加菌株的苹果渣青贮研究很少,因此本研究对于新型苹果渣饲料青贮菌剂的生产,具有一定的指导意义。

3)目前,抗生素在动物治疗中应用广泛,其在防治动物疾病方面发挥重要作用的同时,也给畜牧生产和人类带来一定的副作用,而以芽孢杆菌为代表的细菌类微生物制剂,可以代替抗生素发挥治疗作用,并减少副作用的产生^[16]。微生态制剂包括益

生素和微生物生长促进剂,益生菌又称生菌剂,是由活体微生物制成的生物活性制剂,它可通过与动物消化道生物的竞争性排斥作用,抑制有害菌生长,形成优势菌群或者通过增强非特异性免疫功能来预防疾病,从而促进动物生长和提高饲料转化率。微生物生长促进剂是指摄入动物体内参与肠内微生物平衡,具有直接提高动物对饲料的利用率及促进动物生长作用的活性微生物培养物。目前,对益生菌与微生物生长促进剂还没有严格的界限^[17]。本研究所添加的蜡样芽孢杆菌具有上述微生态制剂的功能^[18]。从青贮过程中蜡样芽孢杆菌的分出率来看,该菌具有较好的耐酸性,能够在饲料中保持一定的菌数,但其微生态效应还有待进一步的试验来验证。

[参考文献]

[1] 杨福有,祁周约,李彩凤,等. 苹果渣营养成分分析及饲用价值评估 [J]. 甘肃农业大学学报,2000(4):340-344.
Yang F Y, Qi Z Y, Li C F, et al. Analysis of nutrition compositions of dried apple pulp and evaluation of their potentiality for feed [J]. Journal of Gansu Agricultural University, 2000(4): 340-344. (in Chinese)

[2] 马晓东. 陕西苹果腐烂病的发生规律及其无公害化学防治新技术的研究 [D]. 陕西杨凌:西北农林科技大学,2007:40-46.
Ma X D. Research on occurrence regulation and new chemical pollution-free control techniques of apple canker in Shaanxi [D]. Yangling, Shaanxi: Northwest A&F University, 2007:40-46. (in Chinese)

[3] 贺克勇,杨帆,薛泉宏,等. 鲜苹果渣蛋白饲料发酵工艺研究 [J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2007,32(1):40-46.
He K Y, Yang F, Xue Q H, et al. The fermentation of fresh pomace producing feeding-protein [J]. Journal of Northwest A&F University: Natural Science Edition, 2007, 32(1): 40-46. (in Chinese)

[4] 王晋杰,尚文博,叱干宁. 苹果渣饲料的加工与应用 [J]. 饲料研究,2000(6):21.
Wang J J, Shang W B, Chi G N. The processing and application of apple pomace [J]. Feed Research, 2000 (6): 21. (in Chinese)

[5] 李志西. 苹果渣综合利用研究 [J]. 黄牛杂志,2002,28(4):58-

61.
Li Z X. A review on multipurpose use of apple pomace [J]. Journal of Yellow Cattle Science, 2002, 28(4): 58-61. (in Chinese)

[6] 张明歧, 张翔宇, 杨守庆. 苹果渣青贮及饲喂奶牛效果观察 [J]. 农牧产品开发, 2001(3): 23-24.
Zhang M Q, Zhang X Y, Yang S Q. Apple pomace silage and its effect on cow feeding [J]. Agriculture Productions Development, 2001(3): 23-24. (in Chinese)

[7] 杨福有, 冯忠义. 苹果渣青贮调制技术标准及质量标准的商榷 [J]. 陕西农业科学, 2006(6): 56-58.
Yang F Y, Feng Z Y. The study of the technical and quality standard of apple pomace silage modulation [J]. Shaanxi Journal of Agricultural Sciences, 2006(6): 56-58. (in Chinese)

[8] 原有霖. 青贮苹果渣对泌乳牛产奶量的影响 [J]. 畜牧兽医杂志, 2008(1): 78.
Yuan Y L. The influence of apple pomace silage to lactating cows milk yield [J]. Journal of Animal Science and Veterinary Medicine, 2008(1): 78. (in Chinese)

[9] 凌代文. 乳酸细菌分类鉴定及实验方法 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1999.
Ling D W. The classification and identification of lactic acid bacteria and its experimental method [M]. Beijing: China Light Industry Press, 1999. (in Chinese)

[10] 程丽娟, 薛泉宏, 来航线, 等. 微生物学试验技术 [M]. 北京: 世界图书出版公司, 1988.
Cheng L J, Xue Q H, Lai H X, et al. The experimental method of microbiology [M]. Beijing: World Publishing Corporation, 1988. (in Chinese)

[11] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.
Bao S D. The Analysis of soil agrochemical [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2005. (in Chinese)

[12] Dubois M, Giles K A, Hamilton J K, et al. Colorimetric method for determination of sugars and related substances [J]. Anal Chem, 1956, 28: 350-356.

[13] 张大伟, 陈林海, 朱海霞, 等. 青贮饲料中主要微生物对青贮品质的影响 [J]. 饲料研究, 2007(3): 65-68.
Zhang D W, Cheng H L, Zhu H X, et al. The influence of leading microbiology to silage quality [J]. Feed Research, 2007(3): 65-68. (in Chinese)

[14] 张宏福. 酵母饲料的研究现状及发展方向 [J]. 中国饲料, 1994(7): 11-14.
Zhang H F. Recent research and development direction on yeast feed [J]. China Feed, 1994(7): 11-14. (in Chinese)

[15] Gordon F J. Improving the feeding value of silage through biological control [G]//Proceedings of the All-tech European Lecture Tour. Birmingham: Alltech UK, 1992: 2-17.

[16] 黄丽彬, 陈有容, 齐凤兰. 蜡状芽胞杆菌在饲料中的应用 [J]. 粮食与饲料工业, 2001(9): 32-33.
Huang L B, Chen Y R, Qi F L. The application of bacillus cereus in feed [J]. Grain and Feed Industries, 2001(9): 32-33. (in Chinese)

[17] 周利梅. 微生态制剂在饲料中的应用 [J]. 粮食与饲料工业, 2000(11): 29-31.
Zhou L M. The Application of microecological preparation in feed [J]. Grain and Feed Industries, 2000(11): 29-31. (in Chinese)

[18] 封 晔, 来航线, 薛泉宏. 两株芽胞杆菌的鉴定 [J]. 西北农业学报, 2007, 16(3): 227-231.
Feng Y, Lai H X, Xue Q H. The separation and identification of two bacillus strains [J]. Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica [J]. 2007, 16(3): 227-231. (in Chinese)