

不同青贮发酵促进剂和青贮时间对全株青贮玉米品质的影响

左愈臻¹, 刘瑞刚², 魏旭辉¹, 汪旭¹

(1. 清水县畜牧技术推广站, 甘肃 清水 741400; 2. 清水县动物疫病预防控制中心)

摘要:为探讨不同青贮发酵促进剂和青贮时间对全株青贮玉米发酵品质的影响,以当地全株饲用玉米为原料,选择相同生长期刈割,以青贮时间和青贮发酵促进剂为试验因素,进行现场评定、营养成分分析和青贮品质检测。结果表明:不同青贮发酵促进剂处理后得到的全株玉米饲料的感官评定均高于对照组;不同青贮发酵促进剂对全株玉米青贮后营养成分中的干物质(DM)、粗蛋白质(CP)、酸性洗涤纤维(ADF)、中性洗涤纤维(NDF)、木质素(ADL)、淀粉(ST)、粗脂肪(EE)、可溶性碳水化合物(WSG)、总营养物质(TDN)和粗灰分(CA)的含量影响显著($P < 0.05$);对发酵品质中的pH、乳酸含量、乙酸含量和氨态氮含量影响显著($P < 0.05$);青贮时间以第7周好于第9周。结论:全株青贮玉米发酵时间第7周(49 d)为益。青贮发酵促进剂以先牧1168和新纪元青贮宝在提高全株青贮玉米品质方面优于不使用青贮发酵促进剂和其他青贮发酵促进剂。

关键词:玉米; 青贮; 发酵促进剂; 营养成分

[中图分类号] S816.5⁺1 [文献标识码] A [文章编号] 1004-6704(2024)03-0022-07

Effects of Different Dilage Fermentation Promoter and Silage Time on Quality of Whole-plant Corn

ZUO Yuzhen¹, LIU Ruigang², WEI Xuhui¹, WANG Xu¹

(1. Qingshui Animal Husbandry Technology Extension Station, Qingshui Gansu 741400, China;

2. Qingshui Animal Disease Control and prevention Center)

Abstract: The effects of different silage fermentation promoter and silage time on quality of whole-plant corn in this study. Using local whole-plant corn as raw material, Cutting at the same growth period, Taking silage time and silage fermentation promoter as experimental factors, Field evaluation, nutrient analysis and silage quality test were carried out. The results: The sensory evaluation of the whole plant corn feed treated with different ensilage fermentation promoters was higher than that of the control group; The contents of DM, CP, ADF, NDF, ADL, ST, EE, WSG, TDN and CA in the whole plant after silage were significantly affected by fermentation promoters ($P < 0.05$); PH, lactic acid content, acetic acid content and ammonia nitrogen content in fermentation quality were significantly affected ($P < 0.05$); The silage time was better in Week 7 than in Week 9. Conclusion: The fermentation time of whole silage corn was 7th week (49 days). The quality of whole-plant silage corn was improved by using xianmu 1168 and new era silage, which was better than using no silage and other silage fermentation accelerators.

Key words: corn; silage; fermentation promoter; nutrition facts

随着我国“粮改饲”惠农政策的大力实施,推广青贮玉米技术,不仅能降低草食动物的饲喂成本,还能提高草食动物的生产性能,是发展种养结合生态循环农业模式的有效途径。青贮玉米具有适口性

好、养分消化吸收率高和贮存时间较长等特点,是草食家畜的重要饲料来源。其主要营养成分包括:干物质、粗蛋白、淀粉、可溶性碳水化合物、中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、粗脂肪、总营养物质和粗灰分等。已有文献显示,利用不同的青贮发酵促进剂来提高全株青贮玉米饲料质量是一种省力、经济、高效的方法。本试验目的是利用不同的青贮发酵促进剂单独应用处理全株青贮玉米,对其营养成分和发酵品质进行现场综合评定和实验室检测,试验出青贮发酵

[收稿日期] 2023-11-09

[基金项目] 天水市科技计划项目资金 天水市青贮玉米青贮菌剂和专用膜引进筛选试验及示范推广(2023-NCK-3699)

[作者简介] 左愈臻(1983-),男,甘肃清水人,硕士,高级兽医师,主要从事畜牧兽医和饲草推广工作。E-mail: yzzuo126@126.com

后的开窖开包最佳时间和能提高全株青贮玉米品质的促进剂,探讨不同青贮发酵促进剂和青贮时间对青贮玉米饲料质量的影响,为进一步提高全株青贮玉米饲料品质提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

青贮原料选定天水市清水县全株饲用玉米。使用青贮发酵促进剂 5 种,分别为:中药生物酶预混剂(酶制剂)、先牧 1168(菌制剂)、壮乐美 IV 型青贮发酵剂(菌制剂)、微贮王(菌制剂)、新纪元青贮宝(酶菌复合制剂)。

1.2 试验设计

试验采用双因素设计,以青贮时间和青贮促进剂为试验因素,青贮取样时间分别为打包封装后的第 7 周(A1)和第 9 周(A2),5 个菌剂和 1 个空白对照组共设 6 个处理,分别为 B1(对照组、无添加剂)、B2(壮乐美 IV 型青贮发酵剂)、B3(新纪元青贮宝)、B4(中药生物酶预混剂)、B5(先牧 1168)和 B6(微贮王)。每个处理设 6 个重复(一个青贮包为一个重复)。将青贮收割机收割的青贮玉米,按每种促进剂的使用说明和添加量,将促进剂活化处理后,用喷壶分别均匀喷洒在对应处理的原料上,搅拌均匀后做打包处理。打包前需测定每个处理的含水量。

表 1 全株青贮玉米感官评定

促进剂	pH	水分	质地	色泽	气味	得分
B1	21	6	7	18	18	70
B2	24	7	8	18	20	77
B3	23	7	8	18	23	79
B4	22	7	7	18	22	76
B5	24	7	8	18	23	80
B6	24	6	7	18	21	76

2.2 主要营养成分检测结果分析

2.2.1 不同青贮发酵促进剂和青贮时间对干物质含量的影响 DM 含量结果与分析由表 2 可知,青贮时间、青贮促进剂和两者互作均对青贮玉米 DM 含量影响不显著($P < 0.05$)。从青贮时间比,A2 高于 A1,A2 平均为 28.06%,但差异不显著($P > 0.05$)。不同促进剂间比较时 DM 含量依次为 B5B4B2B3B6B1,B5 平均为 28.78%,显著高于($P < 0.05$)B6 和 B1。两者互作时 A1 以 B5 含量最高,平均为 28.97%,显著高于($P < 0.05$)B1,极显著高于($P < 0.01$)B6。以上可以看出,DM 含量受青贮

1.3 感官和实验室评定

1.3.1 感官评定 依据我国农业部于 1996 年制定的《青贮饲料质量评定标准》进行评判,开包或开封后立即对全株青贮玉米的气味、色泽和质地,以及 pH 进行现场综合评定。

1.3.2 实验室评定 采集好的样品送 CVAS 饲料分析中国服务中心检测。营养成分的测定:测定全株青贮玉米饲料中主要营养成分 DM、CP、NDF、ADF、ST、EE、WSG 等的含量。发酵品质的测定:pH、乳酸含量、乙酸含量和氨态氮含量。

1.4 试验数据分析

数据处理用 Excel,方差分析采用 DPSv7.55 统计软件。将青贮发酵时间和青贮发酵促进剂作为两个影响因素,两因素随机区组的方差分析用固定模型进行,多重比较用 Duncan 法进行,数据均以“平均值±标准误”形式表示。

2 试验结果

2.1 发酵品质感官评定

表 1 为全株青贮玉米的 pH、水分、质地、色泽和气味等的综合评定结果。5 种青贮发酵促进剂发酵后的全株青贮玉米饲料均质地松软、有较浓的芳香味、色泽为青绿色,均未发现结块现象,综合评定得分均高于 75,为优等青贮饲料。

时间、青贮促进剂和两者互作的影响不显著($P > 0.05$),青贮时间以 A2 较高,处理菌剂以 B5 较高。

2.2.2 不同青贮发酵促进剂和青贮时间对蛋白质含量的影响 由表 2 看出,青贮时间、青贮促进剂和两者互作均对青贮玉米 CP 含量影响显著($P < 0.05$)。青贮时间比较来看,A2 高于 A1,A2 平均为 7.31%,且差异显著($P < 0.05$)。不同促进剂间比较时 CP 含量依次为 B5B3B6B1B4B2,B5 平均为 8.17%,显著高于($P < 0.05$)B1。两者互作时 A2 以 B5 含量最高,平均为 8.17%,显著高于($P < 0.05$)B1,极显著高于($P < 0.01$)B2。以上可以看

出,CP含量受青贮时间、青贮促进剂和两者互作的影响显著($P<0.01$),青贮时间以A2较高,青贮促进剂以B5较高。

2.2.3 不同青贮发酵促进剂和青贮时间对酸性洗涤纤维含量的影响 由表2可知,青贮时间、青贮促进剂和两者互作均对青贮玉米ADF含量影响显著($P<0.05$)。青贮时间比较来看,A2高于A1,A1平均为28.42%,差异显著($P<0.05$),且极显著($P<0.01$)。不同促进剂间比较时ADF含量依次为B2B1B4B6B5B3,B3平均为26.79%,显著低于($P<0.05$)B2,且极显著低于($P<0.01$)B1。两者互作时A1以B3、B5含量最低,平均为26.97%,显著低于($P<0.05$)B4,极显著低于($P<0.01$)B2。以上可以看出,ADF含量受青贮时间、青贮促进剂和两者互作的影响显著($P<0.05$),青贮时间以A1较低,青贮促进剂以B3、B5较低。

2.2.4 不同青贮发酵促进剂和青贮时间对中性洗涤纤维含量的影响 由表2可知,青贮时间、青贮促进剂和两者互作均对青贮玉米NDF含量影响显著($P<0.05$)。青贮时间比较来看,A1低于A2,A1平均为47.81%,差异显著($P<0.05$),且极显著($P<0.01$)。不同促进剂间比较时NDF含量依次为B2B6B4B1B5B3,B3平均为46.23%,显著低于($P<0.05$)B2。两者互作时A1以B3、B5含量最低,平均为46.33%,显著低于($P<0.05$)B2。以上可以看出,NDF含量受青贮时间、青贮促进剂和两者互作的影响显著($P<0.05$),青贮时间以A1较低,青贮促进剂以B3、B5较低。

2.2.5 不同青贮发酵促进剂和青贮时间对木质素含量的影响 由表2可知,青贮时间、青贮促进剂和两者互作均对青贮玉米ADL含量影响不显著($P>0.05$)。青贮时间比较:A1低于A2,A1平均为3.14%,差异显著($P<0.05$),但极不显著($P>0.01$)。不同促进剂间比较:ADL含量依次为B4B1B2B6B3B5,B5平均为3.14%,不显著低于($P>0.05$)B1~B4和B6。两者互作:A1以B3、B5含量最低,平均为3.06%,不显著低于($P<0.05$)B2、B4、B6。以上可以看出,ADL含量受青贮时间、青贮促进剂和两者互作的影响不显著($P>0.05$),青贮时间以A1较低,青贮促进剂以B3、B5较低。

2.2.6 不同青贮发酵促进剂和青贮时间对淀粉含量的影响 由表2可知,青贮时间、青贮促进剂和两者互作均对青贮玉米ST含量影响显著($P<0.05$)。青贮时间比较:A1高于A2,A1平均为25.13%,且差异显著($P<0.05$)。不同促进剂间比较:ST含量

依次为B5B3B4B1B6B2,B5平均为28.00%,显著高于($P<0.05$)B6,极显著高于($P<0.01$)B2。两者互作:A1以B5含量最高,平均为28.00%,显著高于($P<0.05$)B1,极显著高于($P<0.01$)B2。以上可以看出,ST含量受青贮时间、青贮促进剂和两者互作的影响显著($P<0.05$),青贮时间以A1较高,青贮促进剂以B5较高。

2.2.7 不同青贮发酵促进剂和青贮时间对粗脂肪含量的影响 由表2可知,青贮时间、青贮促进剂和两者互作均对青贮玉米EE含量影响不显著($P>0.05$)。青贮时间比较:A2高于A1,A2平均为2.27%,但差异不显著($P>0.05$)。不同促进剂间比较:EE含量依次为B6B3B1B4B5B2,B2平均为2.15%,显著低于($P<0.05$)B6。两者互作:A2以B6含量最高,平均为2.41%,显著高于($P<0.05$)B1、B2。以上可以看出,EE含量受青贮时间、青贮促进剂和两者互作的影响不显著($P>0.05$),青贮时间以A2较高,青贮促进剂以B6较高。

2.2.8 不同青贮发酵促进剂和青贮时间对可溶性碳水化合物含量的影响 由表2可知,青贮时间、青贮促进剂和两者互作均对青贮玉米WSG含量影响不显著($P>0.05$)。青贮时间比较时A2高于A1,A2平均为2.48%,但差异不显著($P>0.05$)。不同促进剂间比较时WSG含量依次为B2B6B3B4B5B1,B2平均为3.7%,显著高于($P<0.05$)B1。两者互作时A1以B2含量最高,平均为2.73%,显著高于($P<0.05$)B1。以上可以看出,WSG含量受青贮时间、青贮促进剂和两者互作的影响不显著($P>0.05$),青贮时间以A2较高,青贮促进剂以B2较高。

2.2.9 不同青贮发酵促进剂和青贮时间对总营养物质含量的影响 TDN含量结果与分析 由表2可知,青贮时间、青贮促进剂和两者互作均对青贮玉米TDN含量影响显著($P<0.05$)。青贮时间比较时A1高于A2,A1平均为67.87%,差异显著($P<0.05$),且差异极显著($P<0.01$)。不同促进剂间比较时TDN含量依次为B3B5B6B4B2B1,B3平均为68.42%,B5平均为68.15%,显著高于($P<0.05$)B6和B4,极显著高于($P<0.01$)B1和B2。两者互作时A1以B3含量最高,平均为69.33%,显著高于($P<0.05$)B2,极显著高于($P<0.01$)B1。以上可以看出,TDN含量受青贮时间、青贮促进剂和两者互作的影响显著($P<0.05$),青贮时间以A1较高,青贮促进剂以B3、B5较高。

2.2.10 不同青贮发酵促进剂和青贮时间对灰分含

量的影响 由表 2 可知,青贮时间、青贮促进剂和两者互作均对青贮玉米 CA 含量影响不显著($P > 0.05$)。青贮时间比较时 A2 高于 A1, A2 平均为 4.58%, 但差异不显著($P > 0.05$)。不同促进剂间比较时 CA 含量依次为 B6B1B2B4B3B5, B5 平均为 3.81%, 显著低于($P < 0.05$)B1 和 B6。两者互作:

A1 以 B1 含量最高, 平均为 6.72%, 显著高于($P < 0.05$)B4, 极显著高于($P < 0.01$)B5。以上可以看出, CA 含量受青贮时间、青贮促进剂和两者互作的影响不显著($P > 0.05$), 青贮时间以 A2 较高, 青贮促进剂以 B6 较高。

表 2 不同青贮促进剂对全株玉米不同青贮时间段主要营养品质的影响

青贮时间	促进剂	干物质	粗蛋白	酸性洗涤纤维	中性洗涤纤维	木质素	淀粉	粗脂肪	水溶性碳水化合物	总可消化养分	粗灰分
A ₁	B ₁	27.23±0.64 ^{abAB}	7.07±0.07 ^{fEF}	29.20±0.25 ^{abAB}	46.70±0.35 ^{cCD}	3.21±0.05 ^{aA}	24.20±0.71 ^{bcBC}	2.27±0.04 ^{abAB}	1.57±0.15 ^{aAB}	65.93±0.37 ^{aA}	6.72±0.32 ^{aA}
	B ₂	27.60±0.06 ^{abAB}	6.17±0.07 ^{gG}	29.83±0.13 ^{abAB}	50.13±0.59 ^{abAB}	3.19±0.04 ^{aA}	21.93±0.64 ^{deDE}	2.17±0.01 ^{abAB}	2.73±0.03 ^{bcCD}	67.47±0.17 ^{bB}	4.10±0.13 ^{bB}
	B ₃	28.07±0.19 ^{cAB}	7.67±0.07 ^{cdCD}	26.97±0.38 ^{cC}	46.23±0.61 ^{cCD}	3.06±0.05 ^{aA}	27.43±0.73 ^{aA}	2.36±0.05 ^{abAB}	2.10±0.25 ^{dAB}	69.33±0.28 ^{cC}	3.77±0.20 ^{cB}
	B ₄	28.67±0.23 ^{cAB}	7.10±0.12 ^{fEF}	28.80±0.91 ^{deAB}	48.20±1.20 ^{dAB}	3.21±0.12 ^{aA}	26.53±1.03 ^{aA}	2.26±0.04 ^{abAB}	1.83±0.58 ^{aAB}	67.67±0.62 ^{bB}	4.51±0.33 ^{dC}
	B ₅	28.97±0.47 ^{cAB}	8.00±0.06 ^{abAB}	27.00±0.91 ^{cC}	46.33±1.04 ^{cCD}	3.06±0.06 ^{aA}	28.00±1.30 ^{fF}	2.21±0.02 ^{abAB}	1.57±0.20 ^{aAB}	68.77±0.55 ^{bB}	4.19±0.20 ^{bB}
	B ₆	26.30±0.44 ^{eE}	6.93±0.15 ^{fEF}	28.73±0.47 ^{deAB}	49.27±1.21 ^{abAB}	3.10±0.13 ^{aA}	22.70±1.41 ^{deDE}	2.28±0.05 ^{abAB}	2.60±0.35 ^{bcCD}	68.07±1.41 ^{bB}	4.02±0.16 ^{bB}
A ₂	B ₁	27.50±0.31 ^{abAB}	7.17±0.13 ^{efDE}	28.43±1.23 ^{abAB}	47.47±1.30 ^{cdCD}	3.19±0.12 ^{aA}	25.70±1.80 ^{abAB}	2.24±0.03 ^{abAB}	0.80±0.30 ^{cC}	67.43±0.95 ^{abAB}	4.99±0.29 ^{bcBC}
	B ₂	28.00±0.17 ^{cAB}	6.20±0.10 ^{gF}	31.10±0.25 ^{cC}	51.37±0.69 ^{abAB}	3.23±0.01 ^{aA}	21.10±0.59 ^{cC}	2.15±0.03 ^{dAB}	4.67±0.38 ^{aAB}	66.27±0.12 ^{cdCD}	4.83±0.24 ^{bcBC}
	B ₃	27.43±0.20 ^{abAB}	7.83±0.07 ^{bcAB}	29.23±0.18 ^{abAB}	50.90±0.06 ^{abAB}	3.27±0.02 ^{aA}	23.13±0.18 ^{deDE}	2.34±0.05 ^{cAB}	2.03±0.38 ^{deDE}	67.50±0.06 ^{abAB}	3.81±0.09 ^{aA}
	B ₄	28.20±0.55 ^{cAB}	7.07±0.07 ^{aDE}	30.70±0.31 ^{abD}	51.70±0.53 ^{abAB}	3.30±0.04 ^{aA}	24.20±0.46 ^{fF}	2.24±0.04 ^{cAB}	1.57±0.03 ^{deDE}	67.13±0.32 ^{abAB}	3.81±0.18 ^{aA}
	B ₅	28.60±0.50 ^{cAB}	8.17±0.03 ^{gG}	29.20±0.46 ^{abAB}	49.10±0.55 ^{cdCD}	3.21±0.05 ^{aA}	24.87±1.04 ^{fF}	2.24±0.02 ^{cAB}	1.53±0.12 ^{deDE}	67.53±0.35 ^{abAB}	4.37±0.13 ^{dBC}
	B ₆	28.63±1.15 ^{cAB}	7.40±0.17 ^{efDE}	29.47±0.98 ^{abAB}	48.80±0.98 ^{cdCD}	3.28±0.02 ^{aA}	22.90±1.19 ^{deDE}	2.41±0.13 ^{dAB}	4.27±0.88 ^{aAB}	66.40±0.12 ^{cdCD}	5.65±0.69 ^{eDE}
变异来源						显著水平					
青贮时间		0.5935	0.0878	0.0437	0.0441	0.0353	0.1548	0.7111	0.4061	0.1592	0.9564
菌剂		0.4852	0.0002	0.1583	0.2228	0.5848	0.1342	0.0461	0.0956	0.3975	0.3245
青贮时间×菌剂		0.0762	0.1994	0.2284	0.1838	0.5497	0.0793	0.6274	0.0091	0.0137	0.0003

注:表中数值为平均值±标准误,数值为同列双因素比较。表中差异性显著用不同小写字母表示($P < 0.05$),差异性极显著用不同大写字母表示($P < 0.01$),差异性不显著无字母表示,两个因素差异性用 P 值表示,下同。

2.3 发酵品质主要指标检测结果分析

2.3.1 不同青贮发酵促进剂和青贮时间对 pH 含

量的影响 由表 3 可知,青贮时间、青贮促进剂和两者互作均对青贮玉米 pH 影响显著($P < 0.05$)。青

贮时间比较时 A1 低于 A2, A1 平均为 3.79, 差异显著 ($P < 0.05$), 且差异极显著 ($P < 0.01$)。不同菌剂间比较时 pH 依次为 B1B4B3B2B6B5, B5 平均为 3.79, 显著低于 ($P < 0.05$) B1。两者互作时 A1 以 B5 最低, 平均为 3.77, 显著低于 ($P < 0.05$) B1。以上可以看出, pH 受青贮时间、青贮促进剂和两者互作的影响显著 ($P < 0.05$), 青贮时间以 A1 较低, 青贮促进剂以 B5 较低。

2.3.2 不同青贮发酵促进剂和青贮时间对乳酸含量的影响 由表 3 可知, 青贮时间、青贮促进剂和两者互作均对青贮玉米乳酸含量影响显著 ($P < 0.05$)。青贮时间比较时 A1 高于 A2, A1 平均为 6.67%, 两者差异显著 ($P < 0.05$), 且差异极显著 ($P < 0.01$)。不同促进剂间比较时乳酸含量依次为 B1B5B4B6B3B2, B1 平均为 7.28%, 与 B5 差异不显著 ($P > 0.05$), 显著高于 ($P < 0.05$) B2 和 B3。两者互作时 A1 以 B1 含量最高, 平均为 7.83%, 与 B5 差异不显著 ($P > 0.05$), 显著高于 ($P < 0.05$) B2。以上可以看出, 乳酸含量受青贮时间、青贮促进剂和两者互作的影响显著 ($P < 0.05$), 青贮时间以 A1 较高, 青贮促进剂以 B5 较高。

2.3.3 不同青贮发酵促进剂和青贮时间对乙酸含量的影响 由表 3 可知, 青贮时间、青贮促进剂和两

者互作均对青贮玉米乙酸含量影响不显著 ($P > 0.05$)。青贮时间比较时 A1 低于 A2, A1 平均为 1.53%, 但差异不显著 ($P > 0.05$)。不同促进剂间比较时乙酸含量依次为 B6B2B3B4B5B1, B1 平均为 1.31%, 显著低于 ($P < 0.05$) B2 和 B6, 相互之间差异极不显著 ($P > 0.01$)。两者互作时 A1 以 B1 含量最低, 平均为 0.93%, 显著低于 ($P < 0.05$) B6。以上可以看出, 乙酸含量受青贮时间、青贮促进剂和两者互作的影响不显著 ($P > 0.05$), 青贮时间以 A1 较低, 青贮促进剂以 B5 较低。

2.3.4 不同青贮发酵促进剂和青贮时间对氨态氮含量的影响 由表 3 可知, 青贮时间、青贮促进剂和两者互作均对青贮玉米氨态氮含量影响不显著 ($P > 0.05$)。青贮时间比较时 A1 低于 A2, A1 平均为 3.46%, 但差异不显著 ($P > 0.05$)。不同促进剂间比较时氨态氮含量依次为 B3B1B6B4B5B2, B2 平均为 2.73%, 显著低于 ($P < 0.05$) B3 和 B1。两者互作时 A1 以 B2 含量最低, 平均为 2.03%, 显著低于 ($P < 0.05$) B1, 极显著低于 ($P < 0.01$) B3。以上可以看出, 氨态氮含量受青贮时间、青贮促进剂和两者互作的影响不显著 ($P > 0.05$), 青贮时间以 A1 较低, 青贮促进剂以 B2 较低。

表 3 不同青贮促进剂对全株玉米不同青贮时间段主要发酵品质的影响

青贮时间	促进剂	pH	乳酸	乙酸	氨态氮
A ₁	B ₁	3.84 ± 0.03 ^{abAB}	7.83 ± 0.01 ^{aA}	0.93 ± 0.10 ^{aA}	3.77 ± 0.44 ^{abAB}
	B ₂	3.77 ± 0.03 ^{cC}	6.01 ± 0.10 ^{bcC}	1.82 ± 0.07 ^{bA}	2.03 ± 0.03 ^{cC}
	B ₃	3.80 ± 0.01 ^{dAB}	6.17 ± 0.03 ^{bcC}	1.73 ± 0.09 ^{bA}	4.30 ± 0.12 ^{deDE}
	B ₄	3.82 ± 0.02 ^{abAB}	6.56 ± 0.07 ^{deDE}	1.33 ± 0.23 ^{cA}	3.57 ± 0.30 ^{abAB}
	B ₅	3.77 ± 0.01 ^{dD}	7.28 ± 0.01 ^{aA}	1.33 ± 0.20 ^{cA}	3.47 ± 0.09 ^{abAB}
	B ₆	3.77 ± 0.02 ^{dD}	6.20 ± 0.18 ^{bcC}	1.03 ± 0.10 ^{aA}	3.60 ± 0.30 ^{abAB}
A ₂	B ₁	3.76 ± 0.01 ^{cC}	6.73 ± 0.08 ^{bBC}	1.69 ± 0.11 ^{abA}	3.57 ± 0.20 ^{bBC}
	B ₂	3.95 ± 0.03 ^{abAB}	5.17 ± 0.11 ^{cDE}	1.30 ± 0.44 ^{abA}	3.43 ± 0.37 ^{bBC}
	B ₃	3.89 ± 0.04 ^{cdAB}	5.96 ± 0.07 ^{deF}	2.13 ± 0.25 ^{cB}	5.80 ± 0.12 ^{aA}
	B ₄	3.88 ± 0.01 ^{cdAB}	5.91 ± 0.04 ^{deF}	1.92 ± 0.06 ^{cB}	4.07 ± 0.38 ^{cD}
	B ₅	3.81 ± 0.03 ^{cdAB}	6.63 ± 0.56 ^{bBC}	1.80 ± 0.17 ^{cB}	3.67 ± 0.54 ^{bBC}
	B ₆	3.97 ± 0.05 ^{abAB}	5.03 ± 0.23 ^{cDE}	0.93 ± 0.65 ^{dA}	3.70 ± 0.87 ^{bBC}
变异来源					
青贮时间		0.1038	0.003	0.755	0.0997
菌剂		0.839	0.0044	0.8926	0.064
青贮时间 × 菌剂		0.0001	0.1695	0.0094	0.2076

3 讨论与小结

3.1 不同青贮发酵促进剂对青贮全株玉米感官综合评定的影响

对青贮饲草的发酵产物进行的感官评价,可从质地、色泽、气味等方面快速的判断出青贮品质的好坏,同时能判定青贮成功与否。本试验中结果显示,不同青贮发酵促进剂和不使用促进剂对照组所获得的全株青贮玉米感官综合评定均为优良级。这说明在全株玉米的青贮过程中,不使用青贮发酵促进剂同样可以获得感官综合评价较好的青贮饲料,与范凯利等、张相伦等和袁仕改等的结果一致。因此 5 种青贮促进剂都可以改善全株青贮玉米饲料的色泽、气味和质地,提高其发酵品质。

3.2 不同青贮发酵促进剂和青贮时间对全株青贮玉米饲料营养成分的影响

文献显示,在全株玉米青贮过程中使用青贮发酵促进剂能使 DM、CP、ST 含量显著提高。而 DM 是反映全株青贮玉米发酵后饲料质量的重要指标,在保证青贮饲料色泽、气味和质地结构的前提下,DM 含量越高,表明青贮饲料在发酵过程中对碳水化合物等营养物质的降解就越少,更利于青贮饲料的保存。本试验结果显示,B3、B4 和 B5 处理组 DM 高于对照组、B2 和 B6,DM 含量受青贮时间、菌剂和两者互作的影响不显著($P < 0.05$),说明使用青贮发酵促进剂并不会提高 DM 产量;与何振富等研究的刈割次数对光敏性高丹草产量及品质的影响结果类似。

青贮时使用发酵促进剂可使 CP 的含量提高。本试验结果显示,B3 和 B5 处理组 CP 含量相较于对照组有所增加,CP 含量受青贮时间、菌剂和两者互作的影响显著($P < 0.01$),与范凯利等、张文举等、袁仕改等和张适等的研究结果相同;原因可能是青贮过程中使用发酵剂促进剂后使乳酸菌的发酵加快,同时产生了大量的 LA,加速了 pH 的降低,有效抑制了有害菌的产生,使得 DM、CP 等营养物质的损耗减少。说明 B3 和 B5 处理组效果好于其它青贮发酵促进剂;B2 和 B6 处理组中 CP 的含量均减少,这可能与青贮饲料在发酵过程中使得非蛋白氮的损失有关,具体原因有待进一步研究。

粗纤维是草食动物比较难以消化和吸收利用的物质,其在饲草料中过多会直接影响草食动物的适口性,而 NDF 和 ADF 则是评价纤维质量好坏最直观的指标,饲料中 ADF 的含量越低,草食动物对饲料的消化率就越高,表明饲草料的饲用价值就越高;

ADL 是最稳定和最难以被消化的部分,影响其他养分的消化吸收。5 种青贮促进剂使全株玉米青贮饲料中的 ADF、NDF 和 ADL 的含量较对照组有所降低,尤其青贮时间以 A1 较低和青贮促进剂以 B5 和 B3 较低,说明青贮促进剂在青贮玉米发酵过程中没有使一些细胞壁物质降解,从而有效地降低 ADF、NDF 和 ADL 等不可消化组分的相对含量,提高青贮饲料的营养价值。

通常说 WSC 在全株青贮玉米中含量丰富,最容易被微生物利用,其可为乳酸菌的发酵过程提供大量营养物质,一定程度上促进了乳酸菌的活动,大量的乳酸在发酵过程产生,从而降低了 pH 和减少了 WSC 含量的损失。在本试验中,试验组的 WSC 含量显著高于对照组,且 WSC 含量受青贮时间、青贮促进剂和两者互作的影响显著($P < 0.05$),青贮时间以 A2 较高,青贮促进剂以 B2 较高。本试验与闫贵龙等研究报道相似。

3.3 不同青贮发酵促进剂和青贮时间对全株玉米青贮饲料发酵品质主要指标的影响

pH、氨态氮、乳酸和乙酸等含量是影响全株青贮玉米饲料发酵品质的几项重要指标。青贮玉米在发酵开始 2~3 周以后,其内 pH 会逐步达到 3.8 以下,使得青贮发酵的过程进入到稳定期,一般来说优质青贮玉米饲料的 pH 在 3.8~4.2,也有文献显示为 4.0 以下,当青贮发酵过程进入发酵稳定期,也就是当 pH 达到 3.8 以下时,乳酸菌本身完全被抑制,青贮饲料中的一切微生物和生物化学变化过程也会停止,使得青贮饲料的营养物质得以长期保存。本试验 5 种青贮促进剂发酵的青贮玉米饲料的 pH 在 3.8 以下,均低于对照组,且菌剂间 pH 值差异显著;发酵后的青贮玉米达到了优质青贮饲料的要求,利于青贮玉米的长期保存。

已有文献表明,全株青贮玉米饲料中的有机酸总量及其构成,可以直接反映出青贮玉米发酵过程的好坏,其中最重要有机酸的是乳酸和乙酸;而乳酸是保证全株青贮玉米饲料能够长期保存的最主要的有机酸,同时乙酸在全株青贮玉米饲料中的含量虽然少,可他不仅在全株青贮玉米饲料的保存过程中发挥着与乳酸相类似的作用,而且还能够在一定程度上提高全株青贮玉米饲料的有氧稳定性。各处理组中乳酸较多,乙酸较少,有可能是试验所用的青贮发酵促进剂中本身含有的乳酸菌和糖分足够全株青贮玉米发酵过程,其中 A5 处理组所使用的青贮发酵促进剂中乳酸含量较高,这说明 A5 青贮发酵促进剂能较好的保证全株青贮玉米饲料的发酵品质,

与刘贤等研究结果大体一致。

全株青贮玉米饲料中的氨态氮则是反映青贮过程中蛋白质和氨基酸的分解程度指标,其含量越高,表明全株青贮玉米饲料中蛋白氮的降解就越多,说明全株青贮玉米的发酵品质也就越差。本试验中,氨态氮含量受青贮时间、青贮发酵促进剂和两者互作的影响不显著($P < 0.05$),这说明试验中使用的5种青贮发酵促进剂在青贮发酵过程中分解的蛋白质和氨基酸大体相当,不同青贮发酵促进剂对全株玉米青贮发酵的氨态氮含量没有明显影响,这一结果与闫贵龙等的研究结果相同,与范凯利等和张适等研究结果不一致。

3.4 小结

综合分析认为,在水地区全株青贮玉米发酵后开包饲喂时间以裹包后的第7周(49 d)为益。青贮发酵促进剂以先牧1168和新纪元青贮宝在提高全株青贮玉米饲料的品质方面优于不使用青贮发酵促进剂和其他青贮发酵促进剂。

参考文献:

- [1] 和立文. 全株玉米青贮品质评价及其对肉牛育肥性能和牛肉品质的影响[M]. 北京: 中国农业大博士学位论文, 2017.
- [2] 范凯利, 苏亚军, 吴建平, 等. 青贮发酵促进剂和收获期对全株青贮玉米营养品质的影响[J]. 草业科学, 2022, 39(3): 586-596.
- [3] 陈刚. 品种、密度、收割期对玉米青贮品质的影响[J]. 北京农业科学, 1989(1): 20-23.
- [4] 庄益芬, 曹颖霞, 张文昌, 等. 绿汁发酵液对青贮玉米秸秆品质的影响[J]. 家畜生态学报, 2006, 27(6): 70-73, 86.
- [5] 刘建新, 杨振海, 叶均安, 等. 青贮饲料的合理调制与质量评定标准[J]. 饲料工业, 1999, 20(4): 3-5.
- [6] 许庆方, 张翔, 崔志文, 等. 不同添加剂对全株玉米青贮品质的影响[J]. 草地学报, 2009, 17(2): 157-161.
- [7] 何振富, 贺春贵, 王国栋, 等. 收割次数对甘肃庆阳地区光敏性高丹草产量及品质的影响[J]. 中国草地学报, 2019, 41(2): 36-43.
- [8] 张文举, 王加启, 龚月生, 等. 甲酸对全株玉米青贮饲料营养价值的影响[J]. 中国奶牛, 2002(5): 27-29.
- [9] 张相伦, 游伟, 赵红波, 等. 乳酸菌制剂对全株玉米青贮品质及营养成分的影响[J]. 动物营养学报, 2018, 30(1): 336-342.
- [10] 袁仕改, 陈超, 张明均, 等. 添加剂对温湿生境青贮玉米发酵品质及有氧稳定性影响[J]. 草地学报, 2018, 26(4): 942-947.
- [11] 张适, 吴琼, 尤欢, 等. 添加不同酶制剂对全株玉米发酵品质的影响[J]. 中国畜牧兽医, 2019, 46(4): 1045-1052.
- [12] 王红, 关皓, 陈明, 等. 收获期对玉米籽粒产量和青贮品质的影响[J]. 草业科学, 2018, 35(6): 1574-1581.
- [13] 闫贵龙, 曹春梅, 刁其玉, 等. 不同季节对青贮窖中全株玉米青贮品质和营养价值的影响[J]. 畜牧兽医学报, 2010, 41(5): 557-563.
- [14] 郝正里. 畜禽营养与标准化饲养[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004.
- [15] 荣辉, 余成群, 李志华, 等. 添加糖蜜和尿素对象草青贮发酵品质的影响[J]. 草地学报, 2012, 20(5): 940-946.
- [16] 董宽虎, 沈益新. 面向21世纪课程教材-饲草生产学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [17] 唐文浩, 张养东, 郑楠, 等. 苜蓿青贮品质评价研究进展[J]. 动物营养学报, 2022, 34(7): 1-9.
- [18] 赵苗苗, 王显国, 玉柱. 苜蓿与全株玉米的混合青贮[J]. 中国畜牧杂志, 2015, 51(21): 20-23.
- [19] 刘雅斐. 玉米和紫花苜蓿混合青贮对营养价值和品质的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2019.
- [20] 唐莉娟, 张振, 王连群, 等. 苜蓿和全株玉米混合青贮效果研究[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2016(10): 157-159.
- [21] 王凤欣. 全株玉米与紫花苜蓿拉申膜裹包混合青贮的研究[J]. 现代畜牧兽医, 2019(10): 25-30.
- [22] 佟明昊, 潘港, 孙娟娟, 等. 混合比例对苜蓿和高丹草混合青贮品质及CNCPS蛋白组分的影响[J]. 中国草地学报, 2022, 44(2): 75-81.
- [23] 罗颖洁, 穆麟, 胡兴龙, 等. 稻秸、玉米粉与紫花苜蓿混合青贮研究[J]. 中国草地学报, 2020, 42(4): 139-144.
- [24] 唐莉娟. 苜蓿和全株玉米混合青贮的研究现状[J]. 牧草饲料, 2019(7): 165.
- [25] 辛鹏程, 黄建华, 原现军, 等. 紫花苜蓿和全株玉米混合青贮研究[J]. 畜牧与兽医, 2019, 51(4): 39-42.
- [26] 高文辉, 王伟, 张虹虹, 等. 肉牛全混合日粮育肥技术推广效果的报告[J]. 畜牧兽医杂志, 2022, 41(6): 91-94.
- [27] 杨富裕, 周禾. 甲酸在青贮饲料中的应用[J]. 中国奶牛, 2000(6): 23-24.
- [28] 吕建敏, 胡伟莲, 刘建新. 添加酶制剂和麸皮对稻草青贮发酵品质的影响[J]. 动物营养学报, 2005, 17(2): 58-62.
- [29] 高文辉, 王伟, 张虹虹, 等. 肉牛全混合日粮育肥技术推广效果的报告[J]. 畜牧兽医杂志, 2022, 41(6): 91-94.
- [30] 乌日娜. 青贮饲料在养牛中的应用[J]. 中国动物保健, 2022, 24(11): 67-68.
- [31] 曹林林. 浅析青贮玉米的饲料特征及在奶牛养殖中的应用[J]. 山东畜牧兽医, 2022, 43(9): 24-25, 29.
- [32] 孙黎明. 秸秆青贮技术在牛羊养殖中的应用分析[J]. 中国畜牧业, 2022(17): 73-74.
- [33] 张梅山. 优质青贮饲料制作及其在畜牧生产中的应用[J]. 畜牧兽医科技信息, 2022(8): 233-234.