

紫花苜蓿混合青贮研究进展

葛 剑¹,刘贵河^{1*},杨翠军²,白雪梅²,孔 伟³

(1. 河北北方学院 动物科技学院,河北 张家口 075000; 2. 河北北方学院 生命科学研究中心,
河北 张家口 075000; 3. 河北北方学院 法政学院,河北 张家口 075000)

摘要: 紫花苜蓿单独青贮品质不佳,混合青贮能够提高原料糖分含量,增加乳酸菌数量或抑制不良发酵,进而提高青贮发酵品质和养分含量。阐述了紫花苜蓿与禾本科牧草、谷物秸秆等进行混合青贮的研究现状,对乳酸菌、绿汁发酵液、纤维素酶、甲酸、蔗糖等添加剂在苜蓿青贮中的应用效果进行了概述,并探讨了抑制苜蓿青贮蛋白质降解的新技术手段,为调制优质苜蓿青贮饲料提供参考。

关键词: 紫花苜蓿; 混合青贮; 蛋白质降解

中图分类号: S816.5 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2014)09-0006-06

Research Progress on Mixed Silage of *Medicago sativa*

GE Jian¹, LIU Gui-he^{1*}, YANG Cui-jun², BAI Xue-mei², KONG Wei³

(1. College of Animal Science and Technology, Hebei North University, Zhangjiakou 075000, China;
2. Life Science Research Center, Hebei North University, Zhangjiakou 075000, China;
3. College of Law and Politics, Hebei North University, Zhangjiakou 075000, China)

Abstract: The quality of *Medicago sativa* silage alone was poor, but mixed silage could improve sugar content of raw material and increase the amount of lactic acid bacteria, and furthermore improve the fermentation quality and nutrients content. This paper described the research status of mixed silage of *Medicago sativa* and gramineous forage or corn straw, and summarized the application effects of silage additives of lactic acid bacteria, previously fermented juices, cellulytic enzymes, formic acid and sucrose, etc. At last, new technology of inhibiting protein degradation of alfalfa silage was explored, so as to provide reference to modulation quality of alfalfa silage.

Key words: *Medicago sativa*; mixed silage; protein degradation

紫花苜蓿(*Medicago sativa*)作为“牧草之王”,富含粗蛋白、矿物质、维生素等多种营养物质,饲用价值极高,是世界范围内分布较广、种植面积最大的优质豆科牧草^[1],对提高畜禽生长性能和改善畜产品品质均有良好的促进作用^[2]。近年来,以苜蓿为主的饲草产业在农业和农村经济发展中的作用日益突出。目前,我国苜蓿的主要利用形式是调制干草和加工草粉,但由于苜蓿主产区第2、3、4茬刈割期雨热同季,苜蓿晾晒过程中养分损失较多,难以调制优质干草,成为制约苜蓿产业化发展的瓶颈^[3-4]。而

青贮则不受气候影响,但苜蓿粗蛋白含量高、缓冲能值高、含糖量低、植物附着乳酸菌数量少,若单独青贮不利于乳酸菌发酵,且青贮料pH值较高,梭菌活动旺盛,分解氨基酸产生大量氨态氮,降解乳酸生成水、CO₂和具有腐臭味的丁酸,导致青贮饲料品质低劣^[4]。为了能使苜蓿在营养价值较高时更好地将养分保存下来,有学者提出采用混合青贮的方法调制优质青贮饲料。通常的做法是在苜蓿青贮过程中添加富含糖类的物质,如禾本科植物、谷物、糖蜜、酒糟、甜菜渣、玉米粉等,提高青贮饲料的可溶性碳水

收稿日期:2014-03-18

基金项目:农业部公益性行业(农业)科研专项(201203024);河北省教育厅青年基金项目(2011231)

作者简介:葛 剑(1979-),男,河北鹿泉人,讲师,硕士,主要从事动物营养与饲料科学研究。E-mail:gejian790312@163.com

* 通讯作者:刘贵河(1968-),男,内蒙古太仆寺旗人,教授,博士,主要从事动物营养与饲料科学研究。

E-mail:guihelu@sina.com

化合物含量,以满足乳酸菌繁殖的养分需要,并产生大量乳酸,快速降低 pH 值,进而提高青贮的发酵品质,同时还可解决玉米秸秆、酒糟及甜菜渣等直接利用营养价值较低的弊端,提高青贮饲料的饲用价值。

1 苜蓿和禾本科牧草混合青贮

禾本科牧草水分含量偏低(如披碱草、老芒麦)而糖分含量稍高,适口性好,各种家畜均喜食。豆科牧草水分含量稍高(如苜蓿、三叶草)但含糖量低,若将二者混播,并同时进行刈割混贮,则含水量形成互补,既可以解决豆科牧草单独青贮难以成功的问题,还能提高禾本科作物青贮蛋白质的含量,使青贮饲料营养均衡^[5]。因此,在建立人工草地时可考虑种植混播牧草,便于刈割和青贮。

薛祝林等^[6]研究发现,将萎蔫的紫花苜蓿和高丹草进行混合青贮,最适宜的质量比为高丹草:紫花苜蓿=7:3,混贮饲料的酸度最低,pH 值达到 4.43,且添加 5% CaCO_3 后混贮料粗灰分、矿物质(钙、磷)、粗脂肪含量最高,显著提高了青贮饲料的营养价值。将不同质量比(2:8、3:7、4:6、5:5)的紫花苜蓿与意大利黑麦草进行混合青贮,各试验组均可获得乳酸含量高、发酵品质较好的青贮饲料,且以 3:7 的处理组青贮效果最适宜,pH 值为 4.11,乳酸含量较高,可溶性糖残留最多,氨态氮含量最低^[7]。贾纳提等^[8]研究了新疆大叶苜蓿+无芒雀麦+披碱草和苜蓿+无芒雀麦+冰草混合播种及混合凋萎青贮,结果发现,苜蓿混合凋萎青贮在感官指标、发酵效果及营养成分等方面均优于苜蓿单独凋萎青贮,苜蓿:无芒雀麦:冰草以质量比 5:2:3 混合青贮的效果最理想。李长慧等^[9]以披碱草和苜蓿质量比为 3:7、4:6、5:5、6:4、7:3 进行混合青贮试验,通过感官和实验室品质鉴定表明,当披碱草与苜蓿的质量比为 7:3 时,青贮饲料气味芳香,茎叶结构保持良好,pH 值、挥发性盐基氮(VBN)的含量最低,还原性糖、酸性洗涤纤维(ADF)、中性洗涤纤维(NDF)含量最高,青贮发酵品质最佳。魏化敬^[10]将紫花苜蓿与多年生黑麦草及苇状羊茅分别按照不同比例进行混合青贮,当黑麦草(或苇状羊茅):苜蓿质量比为 7:3 时,混合青贮饲料的 pH 值达到最低值,乙酸和总挥发性脂肪酸含量较低,乳酸、水溶性碳水化合物和干物质含量最高,青贮饲料的发酵品质和综合评价最好。也有报道^[11]认为,苜蓿添加无芒雀麦的混合青贮,青贮饲料的乳酸含量显著高于单贮苜蓿,pH 值明显降低,但氨态氮含量稍高。王林等^[12]以 2 个不同品种的苜蓿与直穗鹅

观草进行混合青贮发现,两者混贮后营养价值和发酵品质均优于苜蓿单贮,但低于直穗鹅观草;其中,NDF 和 ADF 含量有所下降,饲料的采食率和消化率提高,发酵品质好。曾黎等^[13]分别对苜蓿 75%+芦苇 25%、苜蓿 50%+芦苇 50%、苜蓿 25%+芦苇 75%进行混合青贮,从发酵效果上看,混合青贮均不同程度地降低青贮饲料 pH 值、氨态氮及丁酸含量,提高乳酸含量,以苜蓿 50%+芦苇 50%试验组乳酸含量最高,pH 值最低(4.19),有效抑制了有害微生物的发酵,青贮营养价值和发酵效果最好。

总体来说,紫花苜蓿与禾本科牧草进行混合青贮,既可以从发酵品质上降低青贮饲料 pH 值,提高青贮原料糖分含量,同时也能从营养物质含量上弥补各自的不足,促进乳酸菌发酵。从上述结果还发现,苜蓿与禾本科牧草的混合青贮,随着禾本科牧草比例的增加,青贮料中粗蛋白含量有所下降,纤维组分(NDF 和 ADF)含量升高,理论上其比例越高则 ADF、NDF、WSC 含量越高。因此,将禾本科牧草与紫花苜蓿混合青贮来调制优质青贮饲料的方式可以在生产上进行借鉴。

2 苜蓿和农作物秸秆混合青贮

我国各类农作物秸秆每年总产量达 7 亿 t 左右,其中玉米秸秆占 2.2 亿 t,这是一个巨大的可利用的再生资源。玉米秸秆作为最常见的粗饲料,其茎秆质地粗硬,且在动物消化道停留的时间长,严重影响家畜的采食量和饲料的适口性;从秸秆的营养价值来看,其总含氮量低,一般粗蛋白含量仅为 3%~5%;同时,秸秆的粗纤维含量高达 35%~50%,并且粗纤维中纤维素与木质素结合成较为坚固的结构,动物难以消化利用。但玉米秸秆含水量低,可溶性糖含量高,易调制优质青贮饲料。针对豆科牧草“三高—低”的缺陷,可以利用玉米秸秆与苜蓿进行混合青贮,进而提高苜蓿青贮的发酵效果和玉米秸秆的营养价值。

研究^[14]报道,利用新鲜玉米秸秆与新鲜苜蓿层层混合调制青贮饲料,混贮苜蓿中的粗蛋白含量最高,为 2.82%(鲜样基础),乳酸占有机的比例较高(86.27%),乙酸含量最高(4.54 mg/kg,鲜样基础),未检出丁酸,混贮饲料可为奶牛提供更多的蛋白质和有益酸。吴文林^[15]利用苜蓿与全株玉米进行混合青贮,混贮饲料不仅色泽黄绿,酸度适中,气味芳香,质地良好;同时牛较喜食,产奶量明显增加,奶品质指标也有所提高(如乳蛋白、乳脂率)。对玉米和苜蓿最适混贮比例的研究表明,玉米与苜蓿以

质量比 3 : 7 混贮处理的粗蛋白、粗灰分含量显著高于玉米单贮, 低于苜蓿单贮, NDF 和 ADF 含量显著低于玉米单贮, 显著高于苜蓿单贮; 玉米与苜蓿以质量比 5 : 5、7 : 3 混贮处理 pH 值较苜蓿单贮显著降低; 各混贮处理乳酸占总酸百分比均达到 60% 以上, 乙酸、丙酸占总酸百分比比较苜蓿单贮降低, 丁酸产生较少; 苜蓿青贮后乳酸菌数达到 10^8 cfu/g, 玉米青贮前后乳酸菌数差异不明显, 青贮后各处理大肠杆菌数明显下降; 以质量比 7 : 3 混贮处理发酵品质最佳^[16]。孙小龙等^[17]以二茬苜蓿和玉米秸秆为原料进行混合青贮, 可以有效提高青贮保存性能, 苜蓿与玉米秸秆各混贮比例可以改善青贮发酵效果, 提高营养价值, 获得了良好效果。另外, 薛艳林等^[18]以不同质量比 (8.0 : 2.0、7.5 : 2.5、7.0 : 3.0、6.5 : 3.5) 的苜蓿草渣与小麦秸秆进行混贮, 结果表明, 混贮饲料的乳酸含量显著高于苜蓿草渣单独青贮, pH 值和乙酸含量显著降低, 提高了青贮饲料的发酵品质, 其中苜蓿草渣与小麦秸秆以质量比 6.5 : 3.5 混贮时 pH 值最低, 乳酸含量最高, Flieg 评价得分最高, 为优等青贮饲料。利用干的谷物秸秆与新鲜苜蓿混合青贮, 可以显著降低环境水分并提供一定的糖分, 使得青贮饲料的品质变好, 其中以 20% 干小麦秸秆混贮苜蓿质量较好, 且在混贮中苜蓿含量较多, 总体营养价值较高, 可供生产上采用^[19]。

苜蓿与农作物秸秆混合青贮, 能够充分体现苜蓿粗蛋白含量高的优势, 混贮饲料的营养价值高于秸秆单一青贮, 体现了养分的互补性; 解决了苜蓿单贮较难, 有效避免了豆科牧草晾晒时造成的叶片养分损失, 达到了蛋白质和能量的最佳互补, 提高了豆科牧草和谷物秸秆的利用价值。同时混合青贮可有效保存青饲料的营养成分, 延长青饲季节, 为奶牛青饲料的不间断供应提供了保障。

3 添加剂在苜蓿混合青贮中的应用

苜蓿最初的青贮方式是常规 (直接) 青贮, 但由于苜蓿可溶性碳水化合物和干物质含量低、缓冲能值高、附着乳酸菌数少的缺点, 青贮品质较差。随着苜蓿青贮饲料的应用越来越广泛, 以低水分青贮、混合青贮、拉伸膜裹包青贮和添加剂青贮等特殊苜蓿青贮加工方式在近几年逐渐发展起来, 并且在世界上一些畜牧业发达的国家得到普遍推广, 其中苜蓿青贮有效添加剂的研究深受关注, 其研究历史迄今已有上百年, 添加剂的种类也有上百种, 目前世界各国约有 70% 的青贮饲料使用添加剂。

添加乳酸菌制剂能够提高苜蓿青贮发酵初始阶段的乳酸菌数量, 快速提高乳酸发酵进程, 使 pH 值迅速下降, 有效抑制粗蛋白的水解和腐败菌发酵, 降低青贮饲料中氨态氮浓度和有机酸 (丙酸、丁酸) 含量, 提升苜蓿青贮的发酵效果^[20-24]。苜蓿混合青贮添加乳酸菌制剂, 可在一定程度上减少可溶性糖的损失, 并且同质型乳酸菌的添加, 使得混合青贮中乳酸菌对 WSC 的利用效率更高; 同时乳酸菌可降低禾本科植物细胞壁有效成分, 抑制豆科牧草中蛋白质的降解, 使青贮饲料营养物质的损失率降低, 提高青贮品质。研究^[25]证实, 在以苜蓿和披碱草为原料的混合青贮过程中, 添加不同剂量的乳酸菌制剂, 除苜蓿与披碱草以质量比 7 : 3 混贮外, 其他混贮比例均改善了青贮的发酵品质, 其中以质量比 3 : 7 混贮效果最好; 添加乳酸菌制剂和混贮比例对青贮的发酵品质有交互作用; 综合各项指标, 在各个混贮比例中, 均以添加 0.025% 的乳酸菌制剂效果最好, pH 值降至最低, 氨态氮含量生成最少, 青贮 V-Score 得分最高。

绿汁发酵液 (previously fermented juices, PFJ) 是从苜蓿等天然绿色植物中提取出来并应用到苜蓿青贮中的新型乳酸发酵启动剂, 在提高青贮发酵品质上优于乳酸菌。PFJ 能够使植物本身附着的乳酸菌迅速繁殖, 提高青贮发酵起始阶段的乳酸含量, 使 pH 值快速降低, 最大程度地抑制有害微生物活动, 减少蛋白质分解^[26]。PFJ 作为新型青贮添加剂, 所用菌种天然、效果稳定, 能显著提高青贮饲料的乳酸、乙酸含量, 降低丙酸、丁酸含量, 有效抑制氨态氮的产生; PFJ 的制作成本较低, 简便易行, 而且不受收获季节、生育期以及贮存温度的影响, 深受农牧民的青睐。国内外的试验证实^[27-30], 添加苜蓿绿汁发酵液能显著改善苜蓿青贮的发酵效果, 并且与干酪乳杆菌等接种剂相比表现出更高的发酵稳定性^[31], 适用于苜蓿青贮。与单一乳酸菌制剂相比, PFJ 在使用上更具有专一性, 即添加与青贮牧草相同类型的绿汁发酵液, 青贮饲料的发酵品质更佳^[30]。

纤维素酶是基于有效降解植物细胞壁中纤维成分而开发利用的一种粗饲料调制剂, 关于其作为苜蓿青贮饲料添加剂使用的大量研究报道主要集中在纤维素酶对苜蓿青贮发酵效果的影响等方面。一些研究认为, 纤维素酶通过降解原料中的纤维素、半纤维素和木质素, 增加青贮饲料中可溶性糖含量, 为乳酸菌提供充足的发酵底物, 降低 pH 值, 提高青贮发酵品质^[32-36]。Hristov^[37]在苜蓿青贮中添加纤维素酶, pH 值、氨态氮含量均有所下降, 但提高了水溶

性氮及游离氨基酸的含量,其认为单一酶制剂的添加增加了苜蓿青贮的蛋白质降解。关于纤维素酶对苜蓿青贮发酵品质影响的报道并未统一,Kung等^[38]发现,在萎蔫苜蓿中添加细胞壁降解酶对青贮饲料发酵品质的影响并不显著。为此,有研究认为,在调制青贮饲料过程中同时添加乳酸菌和纤维素酶,既能扩大青贮过程中乳酸菌群的数量,也能为乳酸菌的快速发酵提供充足的底物,效果优于单独添加乳酸菌或纤维素酶^[22,29]。Sheperd等^[39]在紫花苜蓿青贮中添加乳酸菌和纤维素酶,使pH值快速下降,即使发酵完成后,由于酶解作用仍在进行,糖含量仍继续增加。

甲酸是常用的有机酸类添加剂,在青贮过程中具有抑制不良发酵和防腐剂的作用^[22],从而改善青贮发酵品质,提高青贮饲料的有氧稳定性^[40]。青贮饲料中加入含糖量高的物质(糖蜜、蔗糖)可为乳酸菌生长繁殖提供最主要的食物来源,为乳酸发酵提供更多底物^[41]。研究^[28,42]发现,添加甲酸处理后,苜蓿青贮饲料的NDF、ADF含量有所降低,而干物质和粗蛋白含量提高,可能的原因是添加甲酸使苜蓿在青贮发酵过程中纤维物质的有效降解率提高,从而使粗蛋白等营养物质含量相对提高。甲酸能有效保存青贮原料本身的可溶性糖和由多糖转化而来的可溶性糖,有助于提高青贮饲料的营养价值。此外,有报道指出,在苜蓿青贮时加入适量糖蜜可显著提高乳酸和粗蛋白含量,降低pH值和氨态氮的产生量^[43-44]。单独添加蔗糖对苜蓿青贮发酵品质和营养价值改善不大,同时添加蔗糖与乳酸菌接种剂的混合处理效果较好^[22]。

牧草正常青贮时主要受其自身蛋白降解酶的作用,降解蛋白质产生大量氨态氮、游离氨基酸、肽氮及胺等非蛋白质含氮化合物(NPN)^[45],并且这种降解趋势随牧草含氮量的提高而增加,因此苜蓿青贮并不能体现其蛋白质含量高的优势。同时NPN的大量产生降低了反刍动物对日粮总氮的利用效率,且影响对日粮干物质的摄取^[46]。因此,能否有效抑制苜蓿青贮过程中蛋白质的降解是苜蓿青贮成败的关键。研究表明,苜蓿青贮中植物蛋白酶对蛋白质降解起主要作用,蛋白酶根据酶切位点不同分为肽链内切酶和肽链外切酶2类^[45]。蛋白质降解机制可能先由内切酶将蛋白质降解为小肽,再由外切酶将小肽水解为氨基酸等^[47]。因此有研究认为肽链内切酶可能是导致植物蛋白降解的主要原因^[48-49]。植物中的肽链内切酶分为半胱氨酸肽酶、丝氨酸肽酶、天冬氨酸肽酶或苏氨酸肽酶以及金属肽酶

等^[50]。Nieri等^[51]认为,金属肽酶是蛋白质降解过程中最重要的酶,为此,陶莲等^[52]在苜蓿绿汁发酵液中添加金属肽酶抑制剂(EDTA),降低了青贮饲料的pH值和NPN含量,能够在一定程度上抑制苜蓿发酵液的蛋白质降解,但只降低了30%的NPN含量,可见金属肽酶在蛋白质降解过程中很可能不是起最主要作用的酶,这与Nieri等^[51]的研究观点不一致。同时,Guo等^[53]研究表明,苜蓿青贮21d后酸性蛋白酶和羧基肽酶活性仍较高,认为这2种酶在蛋白质降解中很可能起主要作用。程巍等^[54]研究发现,丝氨酸蛋白水解酶是降解苜蓿蛋白的一种肽链内切酶,但对蛋白质降解产生非蛋白氮的作用较小,而丝氨酸蛋白酶抑制剂(苯甲基磺酰氟,PMSF)的添加能够有效抑制其对蛋白的降解作用。

4 小结

紫花苜蓿单独青贮的pH值高,乳酸、可溶性碳水化合物和粗蛋白含量均较低,青贮品质低劣。目前,提高苜蓿青贮品质的方法很多,如采用添加发酵液、乳酸菌制剂、酸制剂或酶制剂等生物技术手段,但大多集中在实验室内进行基础性和理论性的研究,生产上推广应用难度较大,同时存在添加剂质量不稳定、青贮制作成本高等弊端。利用牧草混播、混贮的方式制作苜蓿青贮饲料操作简便、可行性高,且具有低成本和高营养价值的优点,值得推广应用。

参考文献:

- [1] 戚志强,王永雄,胡跃高,等. 当前我国苜蓿产业发展的形势与任务[J]. 草业学报,2008,17(1):23-26.
- [2] 杨雨鑫,王成章,廉红霞,等. 紫花苜蓿草粉对产蛋鸡生产性能、蛋品质及蛋黄颜色的影响[J]. 华中农业大学学报,2004,23(3):314-319.
- [3] 单贵莲,薛世明,徐柱,等. 不同调制方法紫花苜蓿干燥特性及干草质量的研究[J]. 草业学报,2008,17(4):56-60.
- [4] 许庆方,韩建国,周禾,等. 不同添加剂对拉伸膜裹包苜蓿青贮的影响[J]. 中国农业科学,2006,39(7):1464-1471.
- [5] 刘军. 利用青贮饲料喂黄牛效果研究[J]. 现代农业科技,2012(1):289,292.
- [6] 薛祝林,罗富成,匡崇义,等. 高丹草与紫花苜蓿的混合青贮效果分析[J]. 云南农业大学学报,2013,28(3):340-345.
- [7] 闻爱友,原现军,王坚. 紫花苜蓿与意大利黑麦草混合青贮发酵品质研究[J]. 安徽科技学院学报,2011,25(6):10-14.
- [8] 贾纳提,刘梦,李莉. 苜蓿混合凋萎青贮技术对青贮品

- 质的影响[J]. 草业与畜牧, 2012(8): 25-27.
- [9] 李长慧, 班春莉. 披碱草和苜蓿混合青贮试验研究[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2006(2): 56-57.
- [10] 魏化敬. 提高紫花苜蓿与多年生黑麦草、苇状羊茅混合青贮发酵品质的研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2011.
- [11] 朱慧森, 董宽虎. 不同青贮添加剂对苜蓿青贮品质的影响[J]. 草业与畜牧, 2009(10): 15-17.
- [12] 王林, 张慧杰, 玉柱, 等. 苜蓿与直穗鹅观草混贮发酵品质研究[J]. 草业科学, 2011, 28(10): 1888-1893.
- [13] 曾黎, 闫京阳, 张想峰, 等. 苜蓿与芦苇混合青贮效果研究[J]. 新疆畜牧业, 2011(S1): 19-21.
- [14] 彭晓培, 肖西山, 李静. 不同青贮饲料营养价值的比较[J]. 中国畜牧杂志, 2009, 45(19): 47-49.
- [15] 吴文林. 豆科牧草与全株玉米混合青贮的试验[J]. 畜牧与饲料科学, 2007(2): 68.
- [16] 王林, 孙启忠, 张慧杰. 苜蓿与玉米混贮质量研究[J]. 草业学报, 2011, 20(4): 202-209.
- [17] 孙小龙, 周禾, 李平, 等. 苜蓿与玉米秸秆混贮研究[J]. 草业学报, 2009, 18(5): 86-92.
- [18] 薛艳林, 孙杰, 聂明达, 等. 苜蓿草渣与小麦秸混贮发酵品质的研究[J]. 中国饲料, 2008(2): 42-44.
- [19] 蔡敦江, 周兴民, 朱廉, 等. 苜蓿添加剂青贮、半干青贮与与麦秸混贮的研究[J]. 草地学报, 1997, 5(2): 123-127.
- [20] 韩立英, 玉柱. 3 种乳酸菌制剂对苜蓿和羊草的青贮效果[J]. 草业科学, 2009, 26(2): 66-71.
- [21] Kizilsimsek M, Schmidt R J, Kung L J. Effects of a mixture of lactic acid bacteria applied as a freeze-dried or fresh culture on the fermentation of alfalfa silage[J]. Journal of Dairy Science, 2007, 90: 5698-5705.
- [22] 王莹, 玉柱. 不同添加剂对紫花苜蓿青贮发酵品质的影响[J]. 中国草地学报, 2010, 32(5): 80-84.
- [23] Pys J, Migdal W. Effect of lactic acid bacterial inoculant with enzyme and rolled barley additive on the chemical composition and protein degradation of alfalfa silage[J]. Biotechnology in Animal Husbandry, 2002, 18: 33-44.
- [24] 庄益芬, 安宅一夫, 张文昌. 生物添加剂和含水率对紫花苜蓿和猫尾草青贮发酵品质的影响[J]. 畜牧兽医学报, 2007, 38(12): 1394-1400.
- [25] 王昆昆, 玉柱, 邵涛, 等. 乳酸菌制剂对不同比例苜蓿和披碱草混贮发酵品质的影响[J]. 草业学报, 2010, 19(4): 94-100.
- [26] 王林. 青贮青贮饲料质量调控技术研究[D]. 呼和浩特: 中国农业科学院草原研究所, 2011: 4.
- [27] 张涛, 崔宗均, 高丽娟, 等. 绿汁发酵液和乳酸菌剂 MMD3 在不同含水率苜蓿青贮中的添加试验[J]. 中国农业大学学报, 2004, 9(5): 32-37.
- [28] 许庆方, 玉柱, 李胜利, 等. 甲酸或绿汁发酵液对苜蓿青贮影响的研究[J]. 畜牧兽医学报, 2008, 39(12): 1709-1714.
- [29] 庄益芬, 安宅一夫, 张文昌. 生物添加剂对苜蓿青贮发酵品质的影响[J]. 中国草地学报, 2009, 31(1): 70-75.
- [30] Mitsuaki O, Eiji K, Hiro-omi Y. A method of making good quality silage from direct cut alfalfa by spraying previously fermented juice[J]. Animal Feed Science Technology, 1997, 66: 129-137.
- [31] Ohshima M, Cao L M, Kimura E, *et al.* Influence of addition of fermented green juice to alfalfa ensiled at different moisture contents[J]. Grassland Science, 1997, 43(1): 56-58.
- [32] Tengerdy R P, Weinberg Z G, Szakacs G, *et al.* Ensiling alfalfa with additives of lactic acid bacteria and enzymes[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1991, 55: 215-228.
- [33] 张运涛. 生物性青贮添加剂的应用[J]. 中国饲料, 1995(3): 17-19.
- [34] Driehuis F, Wikselaar G. The occurrence and prevention of ethanol fermentation in high dry matter grass silage[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2000, 80: 711-718.
- [35] 兴丽, 韩鲁佳, 刘贤, 等. 乳酸菌和纤维素酶对全株玉米青贮发酵品质和微生物菌落的影响[J]. 中国农业大学学报, 2004, 9(5): 38-41.
- [36] 薛艳林, 玉柱, 白春生, 等. 添加纤维素酶和苹果渣对苜蓿草渣青贮品质的影响[J]. 中国草地学报, 2009, 31(3): 88-90.
- [37] Hristov A N. Effect of a commercial enzyme preparation on alfalfa silage fermentation and protein degradability[J]. Animal Feed Science and Technology, 1993, 42(3/4): 273-2821.
- [38] Kung L, Tung R S, Maciorowski K G, *et al.* Effects of plant cell-wall-degrading enzymes and lactic acid bacteria on silage fermentation and composition[J]. Journal of Dairy Science, 1991, 74(12): 4284-4296.
- [39] Sheperd A C, Maslanka M, Quinn D. Additives containing bacteria and enzyme for alfalfa silage[J]. Journal of Dairy Science, 1995, 78(3): 565-572.
- [40] 余国辉, 许庆方, 玉柱, 等. 甲酸、蔗糖及晾晒对无芒雀麦青贮效果的影响[J]. 中国草地学报, 2011, 33(1): 100-104.
- [41] Selmer O I, Henderson A R, Roberson S, *et al.* Cell wall degrading enzymes for silage1: The fermentation of enzyme treated ryegrass in laboratory silos[J]. Grass and Forage Science, 1993, 48: 45-54.
- [42] 田瑞霞, 安渊, 梁金凤, 等. 添加剂对紫花苜蓿青贮品质的影响[J]. 中国草地, 2005, 27(4): 10-14, 19.

(下转第 17 页)

37.0 g。生产利用应注意防病,倒春寒频发地区注意加强春季管理,防止春季冻害。

4.22 淮麦 30

国家审定,适宜黄淮冬麦区南片的河南(南部稻茬麦区除外)、安徽北部、江苏北部、陕西关中地区高、中水肥地块中晚茬种植。属弱春性中早熟品种,幼苗半直立,分蘖成穗率高,两极分化快,抽穗较早,对春季低温较敏感。后期耐热性好,灌浆速度较快,株高偏高,株型紧凑,抗倒伏能力一般。赤霉病抗性较好。区试平均穗数 655 万穗/hm²,穗粒数 28.6 粒,千粒重 43.5 g。籽粒角质、饱满度较好。品质混合样测定,籽粒容重 782 g/L,蛋白质含量 14.69%,硬度指数 64.4,面粉湿面筋含量 31.4%,沉降值 44.5 mL,吸水率 55.4%,面团稳定时间 20.3 min,最大拉伸阻力 661 EU,延伸性 164 mm,拉伸面积 139 cm²。品质达到强筋小麦品种标准。生产利用时注意防倒伏。

参考文献:

- [1] 赵虹,王西成,曹廷杰,等.黄淮南片麦区小麦品种利用现状和发展趋势[J].河南农业科学,2011,40(8):44-49.
- [2] 毛景英,周新保.2012年河南省小麦品种利用及秋播布局意见[J].种业导刊,2012(9):5-8.
- [3] 王西成,赵虹,曹廷杰,等.2012—2103年度河南省气候特点及小麦品种利用建议[J].河南农业科学,2013,42(9):29-32.
- [4] 王西成,赵虹,曹廷杰,等.2012年河南省气候特点及小麦新品种(系)利用意见[J].河南农业科学,2012,41(8):37-42.
- [5] 王西成,朱华忠,邱军,等.中国冬小麦新品种动态[M].北京:中国农业科学技术出版社,2014.
- [6] 沙光明,常兰,徐莎莎,等.暖冬气候下小麦冻害特征及应对措施[D].扬州:扬州气象局,2012.
- [7] following wheat grain germination[J]. Physiologia Plantarum,1995,95:253-259.
- [8] Barrett A J,Rawlings N D,Woesner J F. Handbook of proteolytic enzymes [M]. USA: Academic Press, 2004:1268-1270.
- [9] Nieri B S, Canino R Versace, Alpi A. Purification and characterization of an endopeptidase from alfalfa senescent leaves[J]. Phytochemistry,1998,49(3): 643-649.
- [10] 陶莲,周禾,郭旭生,等.苜蓿中金属肽酶对青贮过程中蛋白降解的作用[J].农业工程学报,2011,27(S2): 258-262.
- [11] Guo X S,Zhou H,Yu Z,et al. Changes in the distribution of N and plant enzymatic activity during ensilage of lucerne treated with different additives[J]. Grass and Forage Science,2007,62(1):35-43.
- [12] 程巍,郭旭生.苜蓿丝氨酸蛋白水解酶及青贮时对蛋白降解作用的研究[J].草业科学,2011,28(5):855-860.
- [13] [43] 李改英,傅彤,郭永国,等.添加糖蜜和农副产品对苜蓿青贮品质的影响[J].甘肃农业大学学报,2009,44(2):135-139.
- [14] [44] 李改英,高腾云,田亚磊,等.糖蜜等复合添加剂对苜蓿青贮品质的影响[J].中国奶牛,2008(2):20-23.
- [15] [45] Rooke J A,Hatfield R D. Biochemistry of ensiling[C]// Buxton D R,Muck R E,Harrison J H,et al. Silage science and technology. USA:ASA Inc.,2003:95-140.
- [16] [46] 姜旭明,齐智利,齐德生,等.不同蛋白质来源的日粮对瘤胃发酵特性及蛋白质消化的影响[J].草业科学,2009,26(1):74-80.
- [17] [47] Gan S,Amasino R M. Making sense of senescence: Molecular genetic regulation and manipulation of leaf senescence[J]. Plant Physiology,1997,113:313-319.
- [18] [48] Beers E P,Woffenden B J,Zhao C S. Plant proteolytic enzymes:Possible roles during programmed cell death [J]. Plant Molecular Biology,2000,44:399-415.
- [19] [49] Domnguez F,Cejudo F J. Pattern of endoproteolysis

(上接第10页)