

小黑麦田间性状和品质特性评价标准

强海旺¹, 刘秀艳², 杨芳萍², 张礼军², 王 尚^{2,3}, 郭 莹²

(1. 甘肃省农业科学院黄羊麦类作物育种试验站, 甘肃 武威 733000; 2. 甘肃省农业科学院小麦研究所, 甘肃 兰州 730070; 3. 甘肃农业大学农学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 小黑麦是经小麦和黑麦人工杂交、染色体加倍而成的新物种, 生物量大、抗逆性强、适应性广, 兼具粮食和饲料的双重价值。为了科学评估小黑麦的适应性、高产特性和饲料利用价值, 根据国家及行业相关标准, 并结合多年小黑麦选育和生产经验, 从物候期、形态特征、生育动态、抗逆性、病虫害、经济性状、品质性状等方面制定了小黑麦田间科学试验记载项目, 同时规定了小黑麦产量及饲用品质指标的测定方法和计算公式。本标准适用于小黑麦品种(系)选育、引种试验、区域试验、生产试验、示范推广等田间性状调查鉴定及饲草品质分析各环节。

关键词: 小黑麦; 田间试验; 科学记载; 品质指标; 技术规程

中图分类号: S512.4

文献标志码: B

文章编号: 2097-2172(2025)08-0779-06

doi:10.3969/j.issn.2097-2172.2025.08.016

Evaluation Criteria of Agronomic Traits and Quality Characteristics of Triticale

QIANG Haiwang¹, LIU Xiuyan², YANG Fangping², ZHANG Lijun², WANG Shang^{2,3}, GUO Yin²

(1. Cereal Crop Breeding Experimental Station, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Wuwei Gansu 733000, China;

2. Institute of Wheat, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China;

3. Agronomy College, Gansu Agricultural University, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: Triticale is a new species created through artificial hybridization of wheat and rye followed by chromosome doubling. It exhibits high biomass, strong stress resistance, and broad adaptability, making it an excellent dual-purpose crop for both grain and forage. To scientifically evaluate the adaptability, high yield characteristics, and feed utilization value of triticale, based on national and industry standards, combined with long-term experimental research and practical experience, scientific field trial recording items for triticale have been established. These items cover phenological stages, morphological characteristics, growth dynamics, stress resistance, pests and diseases, economic traits, quality traits among other aspects. Additionally, this study specifies methods and calculation formulas for determining and calculating triticale yield and feed quality indicators. This standard aims to provide scientific basis for the selection and breeding of triticale varieties (lines), introduction trials, regional trials, production trials, demonstration and promotion, as well as field trait surveys and feed quality analysis.

Key words: Triticale; Field trial; Scientific record; Quality indicator; Technical procedure

小黑麦是通过小麦和黑麦人工杂交、染色体加倍形成的新物种, 小黑麦保持了小麦粒多粒重、品质优良的特性, 也凸显了黑麦的小穗多、抗逆性强、适应性广等特点^[1-2]。我国小黑麦主要分布在西南高寒区、西北干旱农牧区, 后逐渐扩展到

东北、华北以及黄淮海地区^[3]。在旱寒、病虫害、盐碱等极端生长环境饲草型小黑麦生物学产量较小麦增产 20%~60%、较黑麦增产 20%~30%、较大麦增产 30%~60%^[4-6]。研究表明, 小黑麦秸秆粗蛋白、粗脂肪、钙、磷含量均高于小麦、

收稿日期: 2025-06-25

基金项目: 甘肃省科技计划-特派团专项(22CX8NA027); 甘肃省农业科学院生物育种专项(2024GAAS27); 甘肃省科技计划-东西部科技协作专项(25CXNA018)。

作者简介: 强海旺(1985—), 男, 甘肃渭源人, 助理农艺师, 主要从事麦类作物栽培管理工作。Email: 316773181@qq.com。

通信作者: 郭 莹(1986—), 女, 山西吕梁人, 副研究员, 硕士, 主要从事小麦种质资源创新与应用研究。Email: 471601470@qq.com。

玉米、高粱和燕麦^[7-8], 含 10 种人体必需氨基酸、多种维生素和胡萝卜素等成分, 且赖氨酸含量显著高于小麦、大麦和燕麦^[6, 9-10], 有利于哺乳期雌性动物多种营养的平衡摄入。小黑麦根系发达, 生育前期叶片长、蜡质层厚, 生育后期叶短小、蒸发量小, 抗旱性强, 对白粉病、锈病、赤霉病、黑穗病均有一定抗性^[10-12]; 耐瘠薄、耐盐碱性和耐寒性比较强, 尤其适宜在西南高寒区、西北旱寒农牧区和盐碱地区种植, 不仅能提高光、温、土地等生产资源的利用率, 还能提高地表植被率, 降低土壤风化, 更重要的是能缓解养殖业冬春季饲草短缺的问题^[3, 13]。

小黑麦生物学产量大、营养价值高、饲草品质好, 在农业、牧业和食品业中应用前景广阔。因同一小黑麦品种在不同区域种植时, 不仅株高、穗粒数、千粒重等性状有差异, 蛋白质、纤维素、赖氨酸等含量也不同。因此, 在小黑麦选育、引种试验、区域试验、生产试验中对相同性状需用统一鉴定评价指标, 从而为规范小黑麦评价指标及准确评价小黑麦适应性、丰产性和应用价值奠定基础。目前国内未见小黑麦田间试验记载评价标准, 对小黑麦的农艺性状、物候期等的记载和评价均参照小麦的对应性状记载标准; 对于小黑麦饲草品质的评价参照燕麦、苜蓿等饲草的评价标准。为了科学评估小黑麦的产量和品质性状, 以及规范小黑麦性状的鉴定评价指标, 我们依据其他农作物的国家及行业相关标准, 并结合多年小黑麦性状鉴定和生产经验, 编制了小黑麦田间科学试验记载标准, 以此填补国内小黑麦田间科学实验记载标准的空缺, 也为准确评价小黑麦应用价值提供依据。

1 范围

本文件规定了小黑麦田间试验观察记载的物候期、形态特征、生育动态、抗逆性、病虫害、经济性状、品质性状。

本文件适用于小黑麦田间试验和生产记载。

2 规范性引用文件

下列文件对本文件的应用具有重要意义。其中, 标注日期的引用文件, 仅该标注日期对应的版本适用于本文件; 未标注日期的引用文件, 其最新版本(包括所有修改单)适用于本文件。

GB/T 6435—2014 饲料中水分的测定^[14]

GB/T 5009.10—2003 植物类食品中粗纤维的测定^[15]

GB/T 6432—2018 饲料中粗蛋白的测定 凯氏定氮法^[16]

GB/T 6433—2006 饲料中粗脂肪的测定^[17]

GB/T 6438—2007 饲料中粗灰分的测定^[18]

GB/T 20806—2006 饲料中中性洗涤纤维(NDF)的测定^[19]

NY/T 1459—2007 饲料中酸性洗涤纤维的测定^[20]

GB/T 20805—2006 饲料中酸性洗涤木质素(ADL)的测定^[21]

3 物候期

3.1 出苗期

当全田 50%以上的籽粒幼芽鞘露出地面, 且长度达到 3 cm 时, 即为出苗期, 日期以“日/月”形式表示, 后续物候期日期表示方式相同。

3.2 抽穗期

当全田 50%以上植株的顶部小穗(不含芒)露出剑叶时, 为抽穗期。

3.3 成熟期

当全田 80%以上麦穗的籽粒硬度达到用指甲按压无痕, 其大小、色泽与本品种正常成熟状态一致, 且种皮坚韧难以被轻易划破时, 判定为成熟期。

3.4 生育期

小黑麦植株自出苗至成熟所经历的总天数, 此阶段完全涵盖从幼苗出土到籽粒成熟的整个生长发育周期。

4 形态特征

4.1 幼苗

4.1.1 芽鞘颜色 幼芽伸出地面时观察芽鞘颜色, 分 3 级: 1, 绿色; 3, 微红色; 5, 紫色。

4.1.2 出苗整齐度 出苗后第 3 天调查, 分 3 级: 1, 整齐, 出苗率>85%; 3, 中等整齐, 出苗率 50%~85%; 5, 不整齐, 出苗率<50%

4.1.3 幼苗习性 分蘖盛期观察, 分 3 级: 1, 匍匐型, 叶片贴近地面生长, 大部分茎叶与地面间的夹角小于 20°; 3, 半匍匐型, 大部分茎叶与地面间的夹角大于 20°且小于 50°; 5, 直立型, 茎叶

直立向上生长, 大部分茎叶与地面形成的夹角大于 50°。

4.2 旗叶

4.2.1 旗叶长度 小黑麦乳熟期随机取 10 个主茎旗叶测量其基部到叶尖的距离, 并计算平均数, 单位为 cm。

4.2.2 旗叶宽度 小黑麦乳熟期随机取 10 个主茎旗叶测量其中部最宽处距离, 并计算平均数, 单位为 cm。

4.2.3 旗叶叶面积 小黑麦乳熟期随机取 10 个主茎旗叶测定其长度和宽度。

旗叶叶面积(cm^2)=旗叶长度(cm)×旗叶宽度(cm)

4.2.4 叶鞘 在小黑麦抽穗期目测植株叶鞘是否有蜡粉层, 分 2 级: 1, 有蜡粉层; 5, 无蜡粉层。

4.2.5 叶耳 在小黑麦抽穗期目测植株叶耳是否有绒毛, 分 2 级: 1, 有绒毛; 5, 无绒毛。

4.3 植株

4.3.1 株型 乳熟期观察, 分紧凑型 and 松散型 2 种: 1, 紧凑型, 叶片向上伸展, 茎干和穗部挺直向上; 2, 松散型, 叶片平铺或下披, 穗基部稍微弯曲。

4.3.2 株高 随机选取 10 株主茎, 测量其从地表至穗顶端(不包括芒)的距离, 并计算平均数, 单位为 cm。

4.3.3 茎秆颜色 在小黑麦乳熟期目测茎秆的颜色, 分 3 级: 1, 浅绿; 2, 绿; 3, 深绿。

4.3.4 茎粗 随机选取 10 株主茎, 测量其地上第 2 节中部直径, 取平均值, 单位为 cm。

4.3.5 叶鞘蜡质 抽穗到开花期观察, 分 5 级: 1, 无或极弱; 2, 弱; 3, 中; 4, 强; 5, 极强。

4.3.6 植株整齐度 成熟期对全试验区的植株群体高度和成熟度的一致性进行评估, 分 2 级: 1, 整齐, 全试验区 80% 以上的植株高矮、成熟一致; 5, 不整齐, 全试验区低于 80% 的植株高矮、成熟一致。

4.3.7 熟相 成熟期观察茎叶落黄情况, 分 3 级: 1, 好; 3, 中; 5, 差。

4.4 芒

成熟期记载, 分 5 级: 1, 无芒, 无芒或芒极短; 2, 顶芒, 麦穗顶部有芒, 芒长 < 1 cm, 下部

无芒; 3, 曲芒, 麦穗芒的基部膨大且弯曲; 4, 短芒, 麦穗的上下均有芒, 芒长 < 5 cm; 5, 长芒, 麦穗的芒长 > 5 cm^[22]。

4.5 穗

4.5.1 穗型 成熟期记载, 分 5 种: 1, 纺锤型, 麦穗两端尖, 中部略为膨胀; 2, 椭圆型, 麦穗较短, 中部宽, 两头稍窄, 近似椭圆形; 3, 长方形, 麦穗上、中、下正面与侧面基本一致, 呈柱形; 4, 棍棒型, 麦穗底部较小, 顶部较大, 上部小穗紧密排列, 呈大头状; 5, 圆锥型, 麦穗底部宽大, 顶部较小或分枝, 呈圆锥状^[22]。

4.5.2 穗长 成熟期随机选取 10 穗主穗, 测量其基部至穗顶端(不包括芒)的长度, 计算平均值, 单位为 cm。

4.5.3 可育小穗数 成熟期随机选取 10 穗主穗, 统计穗轴两侧结实小穗数, 并计算平均值。

4.5.4 不育小穗数 成熟期随机选取 10 穗主穗, 统计穗轴两侧未结实小穗数, 并计算平均值。

4.5.5 穗粒数 成熟期每小区随机选取 50 穗混合脱粒, 数其总粒数, 求平均每穗粒数。2 次重复。

4.5.6 壳色 成熟期记载, 分 2 级: 1, 白壳(包括淡黄色); 5, 红壳(包括淡红色)。

4.6 籽粒

4.6.1 落粒性 完熟期调查, 分 3 级: 1, “口紧”, 用力搓方可落粒, 机械脱粒不易; 3, 较难落粒, 机械脱粒容易。5, “口松”, 成熟后, 稍加触动就落粒^[22-23]。

4.6.2 饱满度 籽粒成熟脱离后评价, 分 5 级: 1, 饱; 2, 较饱; 3, 中等; 4, 欠饱; 5, 瘪。

4.6.3 粒色 分 2 级: 1, 白粒(淡黄); 5, 红粒。

4.6.4 粒质 分 3 级: 1, 硬质(硬粒率 > 70%); 3, 半硬质(硬粒率介于 30% ~ 70% 之间); 5, 软(粉)质(硬粒率 < 30%)。不确定时, 可切开鉴定。

4.6.5 千粒重 随机数 1 000 粒干净的籽粒称重, 3 次重复, 取平均值, 误差不超过 0.5 g, 否则重新取样测定。

4.6.6 容重 用容重器对干净籽粒进行 2 次称量, 取平均值, 单位为 g/L, 误差控制在 5 g 以内, 否则重新取样测量。

4.6.7 黑胚率 随机取 200 粒种子数黑胚粒数, 计算黑胚率, 重复 2 次, 取平均值。

5 生育动态

5.1 基本苗数

在小区小黑麦 3 叶期内选取合适样点数苗数, 折算单位用万株/hm²表示^[24], 如条播, 选 2 个出苗均匀的重复, 查全行基本苗, 每重复定一个 2 m 样段。

5.2 最高总茎数

于拔节前分蘖数量达到最大值时, 选取与基本苗调查相同的样点, 采用与基本苗调查一致的方法, 统计各样点的总茎数。

5.3 有效穗数

在成熟期前, 沿用基本苗调查的方法和要求, 对原选定样点内的有效穗数进行计数统计。

5.4 有效分蘖率

有效分蘖率 = (有效穗数 / 最高总茎数) × 100%

6 抗逆性

6.1 耐寒性

冬性小黑麦于返青前开展抗寒性评估, 春性小黑麦在 3—5 月份进行, 均采用 5 级分类标准: 1, 无冻害, 叶片保持完好, 无任何损伤迹象; 2, 轻微冻害, 仅叶尖部位受冻发黄; 3, 中度冻害, 叶片约一半出现冻死现象; 4, 重度冻害, 叶片完全枯萎, 但植株茎秆仍保持活力; 5, 重冻害, 植株或大部分蘖已冻死。

6.2 耐旱性

遭遇旱情时, 在每日午后高温、日照最强时段结束后, 根据叶片萎缩状态进行 5 级分类记录。1, 无受害, 植株无任何受害症状, 生长正常; 2, 轻度受害, 植株仅有小部分叶片出现暂时性萎蔫; 3, 中度受害, 植株较多叶片卷缩成针状, 失去原有光泽; 4, 重度受害, 植株叶片明显卷缩, 颜色变深, 下部叶片开始发黄; 5, 严重受害, 植株叶片严重萎蔫, 下部叶片由黄转枯, 失去生机^[22]。

6.3 耐青干能力

在乳熟期至蜡熟期, 依据穗、叶、茎的青枯程度进行 5 级分级: 1, 无, 无青枯现象, 植株表现正常; 2, 轻, 轻微青枯, 仅有少量部位出现青枯迹象; 3, 中, 中度青枯, 青枯范围较明显; 4, 较重, 较重青枯, 青枯面积较大; 5, 重, 严重青

枯, 植株大部分穗、叶、茎出现青枯。

6.4 抗倒伏性

分别记录初次倒伏和最终倒伏的情况, 详细记载发生日期、累计倒伏程度及倒伏面积。以最终倒伏数据为依据, 分 5 级: 1, 不倒伏, 植株茎秆倾斜角度 0°~10°; 2, 轻度倒伏, 植株茎秆倾斜角度约 10°~30°; 3, 中度倒伏, 植株茎秆倾斜角度约 30°~45°; 4, 重度倒伏, 植株茎秆倾斜角度约 45°~60°; 5, 严重倒伏, 植株茎秆倾斜角度超过 60°^[22]。

7 病虫害

7.1 锈病

对当地主要锈病分别记录普遍率、严重度和反应型。次要锈病根据普遍率与严重度, 分 3 级: 1, 轻; 3, 中; 5, 重。

7.1.1 普遍率 条锈病和叶锈病的病叶数占叶片总数的百分比; 评估秆锈病的病秆数占总秆数的百分比。

7.1.2 严重度 调查病害夏孢子在叶片(叶鞘、茎)上的分布面积比例。分 0、1、5%、10%、20%、30%……100%。

7.1.3 反应型 分 5 级: 1, 免疫, 无症状, 或偶有极小淡色斑点; 2, 高抗, 植株叶片有黄白色枯斑, 或有极小孢子堆, 周围有明显枯斑; 3, 中抗, 植株叶片夏孢子堆少而分散, 周围有褪绿或死斑; 4, 中感, 植株叶片夏孢子堆较多, 周围有褪绿现象; 5, 高感, 植株叶片夏孢子堆很多, 较大, 周围无褪绿现象^[22]。

7.2 赤霉病

7.2.1 病穗率 发病穗数占总穗数百分比。

7.2.2 严重度 麦穗发病严重程度, 分 5 级: 1, 免疫, 无病穗; 2, 高抗, 25%以下穗发病; 3, 中抗, 25%~50%穗发病; 4, 中感, 50%~75%穗发病; 5, 高感, 75%以上穗发病。

7.3 白粉病

抽穗时盛发期调查, 分 5 级: 1, 免疫, 植株叶片无症状; 2, 高抗, 植株基部叶片发病; 3, 中抗, 植株中部以下叶片发病; 4, 中感, 植株旗叶以下叶片发病; 5, 高感, 植株病斑蔓延至穗及芒。

7.4 叶枯病

病斑占叶片面积的百分率, 分 5 级: 1, 免

疫, 植株无症状; 2, 高抗, 植株病斑占 1% ~ 10%; 3, 中抗, 植株病斑占 11% ~ 25%; 4, 中感, 植株病斑占 26% ~ 40%; 5, 高感, 植株病斑占 40% 以上^[22]。

8 经济性状

8.1 籽粒产量

单位面积土地上收获的全部籽粒产量, 单位为 kg/hm²。

8.2 草产量

单位面积土地上收获的地上部分全部产量, 单位为 t/hm² 或 kg/hm²。全小区收获, 距离地面 5 ~ 8 cm 刈割, 称其鲜草重量, 换算成 hm² 鲜草产量; 取样 500 g, 自然风干至恒重, 计算鲜干比, 根据鲜干比计算干草产量^[25]。

干草产量 = 鲜草产量 × 鲜干比。

8.3 鲜干比

随机选取 10 株小黑麦称重, 自然风干或烘干后称干重, 计算鲜干比, 重复 3 次, 取平均值^[25]。

鲜干比 = 植株总鲜重 / 植株总干重

8.4 茎叶比

随机选取 10 株小黑麦, 去掉麦穗, 将茎和叶分开, 自然风干或烘干后分别称重, 计算茎叶比, 重复 3 次, 取平均值。

茎叶比 = 风干或烘干后茎的重量 / 风干或烘干后叶的重量

9 品质性状

9.1 测定指标

选取植株地上部分, 3 个重复, 切断切碎充分混匀后按以下国家标准测定各指标。

9.1.1 水分 按照国家标准 GB/T 6435—2014 执行。

9.1.2 粗蛋白(CP) 按照国家标准 GB/T 6432—2018 执行。

9.1.3 粗脂肪(EE) 按照国家标准 GB/T 6433—2006 执行。

9.1.4 粗纤维(CF) 按照国家标准 GB/T 5009.10—2003 执行。

9.1.5 粗灰分(ASH) 按照国家标准 GB/T 6438—2007 执行。

9.1.6 中性洗涤纤维(NDF) 按照国家标准 GB/T 20806—2006 执行。

9.1.7 酸性洗涤纤维(ADF) 按照国家标准 NY/T 1459—2007 执行。

9.1.8 酸性洗涤木质素(ADL) 按照国家标准 GB/T 20805—2006 执行。

9.2 计算指标

9.2.1 无氮浸出物(NFE)

无氮浸出物(NFE) = (1 - CP - EE - CF - ASH) × 100%^[26]

9.2.2 干物质采食量(DMI)

DMI = 120 / NDF^[27-28]

9.2.3 可消化干物质(DDM)

DDM = 88.9 - 0.779 ADF^[27-28]

9.2.4 相对饲用价值(RFV)

RFV = DMI × DDM / 1.29^[29-30]

9.2.5 粗饲料相对质量(RFQ)

RFQ = DMI × TDN / 1.23^[29, 31]

式中, TDN = -1.291 × ADF + 101.35。

9.2.6 粗饲料分级指数(GI)

GI = ME × DMI × CP / NDF(或 ADL)^[29, 32]

式中, ME = 4.201 4 + 0.023 6 ADF + 0.179 4 CP。

参考文献:

- [1] 熊志文, 田新会, 杜文华. 小黑麦品系在甘肃中部地区种子产量及产量构成因素的研究[J]. 草原与草坪, 2023, 43(5): 152-158.
- [2] 郭莹, 杨芳萍, 李鸿满, 等. 六倍体小黑麦新品系 T-133 引种鉴定及特性分析[J]. 寒旱农业科学, 2024, 3(2): 128-132.
- [3] 郭莹, 杨芳萍. 六倍体小黑麦饲用特性及应用前景[J]. 草业科学, 2018, 35(3): 635-644.
- [4] FRANÇOIS E. Triticale[M]. Switzerland: Springer International Publishing, 2015.
- [5] GOYAL A, BERES B L, RANDHAWA H S, et al. Yield stability analysis of broadly adaptive triticale germplasm in southern and central Alberta, Canada, for industrial end-use suitability[J]. Canadian Journal of Plant Science, 2011, 91(1): 125-135.
- [6] 王增远, 陈秀珍, 孙富贵. 牧草小黑麦及其产业化优势: 中国草学会饲料生产委员会第 15 次饲草生产学术研讨会论文集[C]. 北京: 中国草学会饲料生产委员会, 2009.
- [7] 孙敏, 苗果园, 杨珍平, 等. 小黑麦、黑麦与普通小麦粮用和饲用价值的差异[J]. 麦类作物学报, 2008, 28(4): 644-648.

- [8] 康健, 匡彦蓓, 盛捷. 10 种作物秸秆的营养品质分析[J]. 草业科学, 2014, 30(10): 1951-1956.
- [9] 邵丽萍, 梁世博, 范亚菊, 等. 饲用小黑麦的品质性状[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2010(9): 91-92.
- [10] 郭莹, 杨芳萍, 张雪婷, 等. 六倍体小黑麦在甘肃生态区域的生产潜力及饲用特性综合评价[J]. 草业科学, 2022, 39(4): 707-719.
- [11] 马莹雪, 王鑫, 胡立芹, 等. 引自 CIMMYT 六倍体小黑麦农艺、品质性状调查及抗病性评价[J]. 山东农业科学, 2016, 48(7): 10-17.
- [12] 郭丽俊. 36 份小黑麦种质农艺性状和抗条锈病评价及 FISH 分析[D]. 成都: 四川农业大学, 2023.
- [13] 侯云鹏, 张明, 文殿花, 等. 甘肃中部干旱半干旱区小黑麦饲用价值评价[J]. 寒旱农业科学, 2023, 2(8): 727-730.
- [14] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 饲料中水分的测定: GB/T 6435—2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- [15] 中华人民共和国卫生部, 中国国家标准化管理委员会. 植物类食品中粗纤维的测定: GB/T 5009.10—2003[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [16] 国家市场监督管理总局, 中国国家标准化管理委员会. 饲料中粗蛋白的测定 凯氏定氮法: GB/T 6432—2018[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.
- [17] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 饲料中粗脂肪的测定: GB/T 6433—2006[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [18] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 饲料中粗灰分的测定: GB/T 6438—2007[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [19] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 饲料中中性洗涤纤维(DNF)的测定: GB/T 20806—2006[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [20] 中华人民共和国农业部. 饲料中酸性洗涤纤维的测定: NY/T 1459—2007[S]. 北京: 中华人民共和国农业部, 2007.
- [21] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 饲料中酸性洗涤木质素(ADL)的测定: GB/T 20805—2006[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [22] 中华人民共和国农业部. 农作物品种区域试验技术规程 小麦: NY/T 1301—2007[S]. 北京: 中华人民共和国农业部, 2007.
- [23] 冯艳莉. 旱地小麦品种铜麦 6 号的选育及其配套栽培技术研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2017.
- [24] 买春艳. 北方冬麦区主栽品种穗分化及重要农艺性状的研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2014.
- [25] 何振富, 贺春贵, 杨发荣, 等. 饲用高粱田间试验的记载项目及标准[J]. 甘肃农业科技, 2016(9): 57-61.
- [26] 张丽英. 饲料分析及饲料质量检测技术[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2016.
- [27] HORROCKS R D, VALLENTINE J F. Harvested Forages [M]. London: Academic Press, 1999.
- [28] SUUML M, YAVUZ T, ÇANKAYAL N, et al. Forage yields and qualities of some triticale (*Xtriticosecale* Wittmack) genotypes[J]. African Journal of Agricultural Research, 2011, 6(7): 1686-1691.
- [29] 贾存辉, 钱文熙, 吐尔逊阿依·赛买提, 等. 粗饲料营养价值指数及评定方法[J]. 草业科学, 2017, 34(2): 415-427.
- [30] ROHWEDER D A, BARNES R F, JORGENSEN N. Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality[J]. Journal of Animal Science, 1978, 47(3): 747-759.
- [31] MOORE J E, UNDERSANDER D J. Relative forage quality: An alternative to relative feed value and quality index [C]//Proceedings 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium January 10th. Florida: Department of Animal Sciences University of Florida, 2002.
- [32] 卢德勋. 实施创新驱动学科发展战略, 推进饲料科学理论和技术体系的创新和发展[J]. 饲料工业, 2015, 36(1): 1-13.