平安地区小黑麦种质筛选

刘 晶[1], 杜明川[1], 李林秀[1], 赵明德[1], 王 伟[2], 杜文华[3]
(1.青海省特色经济植物高值化利用重点实验室/生物技术与分析测试实验室/青藏高原资源化学与生态环境保护国家民委重点实验室/青海民族大学生态环境与资源学院, 西宁 810000;
2.青海大学畜牧兽医科学院, 西宁 810000; 3.甘肃农业大学草业学院, 兰州 730070)

摘 要:为了筛选出适宜在平安地区种植的最佳小黑麦种质,以小黑麦品种中饲1048为对照,甘农2号、石大1号、甘农4号和小黑麦新品系C 25、ZHS 811为试验材料,通过研究其在青海省平安地区的生产性能(草产量、株高、枝条数)和营养品质(可溶性糖、酸性洗涤纤维、中性洗涤纤维、粗蛋白),并采用灰色关联度法进行综合比较,筛选出最佳种质。结果表明,通过对参试小黑麦种质的生产性能进行比较,C 25的干草产量(10.20 t/hm^2)除了与ZHS 811的干草产量(8.66 t/hm^2)间无显著差异外,显著高于其他4个种质;石大1号株高(97 cm)最高,除了与ZHS 811无显著差异外,显著高于其他4个种质;对照中饲1048枝条数(340万枝/hm^2)最少,显著少于其他5个种质。通过对参试小黑麦种质营养品质进行比较,甘农4号的CP含量(15.35%)最高,显著高于其他5个种质;ZHS 811的SS含量(9.06%)最高,显著高于其他5个种质;甘农2号的ADF(22.41%)含量除了与甘农4号ADF(23.82%)含量间无显著差异外,显著低于其他4个种质;甘农2号的NDF(40.98%)含量最低,显著低于其他5个种质。通过对参试小黑麦种质的生产性能和营养品质进行综合评价,小黑麦品系C 25、ZHS 811综合排名靠前。研究表明,小黑麦品系C 25、ZHS 811适合在平安地区生长和种植,品系ZHS 811由于可溶性糖的优势,比较适合作为青贮饲料,对照中饲1048不适合在平安地区种植。

关键词: 饲草型小黑麦; 生产性能; 营养品质; 灰色关联度
DOI: 10.16590/j.cnki.1001-4705.2023.05.081
中图分类号: S512.4 **文献标志码**: A **文章编号**: 1001-4705(2023)05-0081-05

Screening of Triticale Germplasms in Ping'an Area

LIU Jing[1], DU Mingchuan[1], LI Linxiu[1], ZHAO Mingde[1], WANG Wei[2], DU Wenhua[3]
(1.Qinghai Provincial Key Laboratory of Highvalue Utilization of Characteristic Economic Plants/Laboratory of Biotechnology and Analytical Testing/Key Laboratory of Resource Chemistry and Eco-environmental Protection in Qinghai-Tibet Plateau,State Ethnic Affairs Commission,College of Ecological Environment and Resources,Qinghai Minzu University,Xining 810000,China;
2.Animal Science and Veterinary Medicine,Qinghai University,Xining 810000,China;
3.College of Pratacultural Science, Gansu Agricultural University,Lanzhou 730070,China)

Abstract: In order to screen the best triticale germplasm suitable for planting in Ping'an area, the triticale variety Zhongsi 1048 was used as the control, Gannong No.2,Shida No.1, Gannong No.4 , and the new triticale strains C 25, ZHS 811 were used as experimental materials. By studying its production performance (grass yield, plant height, number of branches) and nutritional quality (soluble sugar, acid detergent fiber, neutral detergent fiber, crude protein) in Ping'an area of Qinghai Province, and using the gray correlation method for comprehensive comparison, the best germplasm was selected. The results showed that by comparing the production performance of the tested triticale germplasm, the hay yield of C 25 (10.20 t/hm^2) was significantly higher than that of the other four

收稿日期:2022-12-25
基金项目:青海省自然科学基金项目(2020-ZJ-957 Q);青海民族大学高层次人才项目(2020 XJG 14);青海省财政林业改革发展资金林业新技术推广项目([2021]002号);2023年中央科研创新平台建设项目—青海省林业草原生态系统功能维护及可持续开发利用科研创新团队(30160101141)
作者简介:刘 晶(1983—),女(汉族),山西平陆人;博士,副教授,研究方向:植物种质资源与育种栽培(E-mail:654138133@qq.com)。
通讯作者:王 伟(1983—),男(汉族),青海西宁人;硕士,副研究员,主要从事牧草加工与草地改良研究(E-mail:47360505@qq.com)。

germplasm except that there was no significant difference between C 25 and ZHS 811 (8.66 t/hm^2); Shida No.1 (97 cm) had the highest plant height, which was significantly higher than that of the other four germplasms except for no significant difference from ZHS 811. Zhongsi 1048 had the lowest number of shoots (3.4 million branches/hm^2, which was significantly less than that of the other 5 germplasms. By comparing the nutritional quality of the tested triticale germplasm, Gannong No.4 had the highest CP content (15.35%), which was significantly higher than the other five germplasm; The SS content of ZHS 811 (9.06%) was the highest, which was significantly higher than that of the other five germplasm; The ADF content of Gannong No.2 (22.41%) was significantly lower than that of the other four germplasm except that there was no significant difference between Gannong No.2 and Gannong No.4 (23.82%); The NDF (40.98%) content of Gannong No.2 was the lowest, which was significantly lower than that of the other five germplasms. Through the comprehensive evaluation of the production performance and nutritional quality of the tested triticale germplasm, the triticale strains C 25 and ZHS 811 ranked high. Study showed that the triticale strains C 25 and ZHS 811 are suitable for growth and planting in Ping'an area, and the strains ZHS 811 were more suitable for silage due to the advantages of soluble sugar, control Zhongsi 1048 were not suitable for growing in the Ping'an area.

Key words: forage type triticale; production performance; nutritional quality; grey correlation degree

种子是农业的芯片,种业振兴是当前关注的焦点[1],随着青藏高原高寒牧区奶制品及畜牧业的发展,牧草缺口日益增大[2]。小黑麦(×*Triticosecale Wittmack*)是小麦属(*Triticum*)和黑麦属(*Secale*)植物经属间有性杂交后形成的新物种[3]。赵方媛等[4]综合不同播种密度下小黑麦、黑麦的生产性能以及营养品质,得出小黑麦在云贵高原具有一定示范推广价值。代寒凌等[5]研究得出,与黑麦、燕麦相比,甘农 2 号更适于在合作地区推广种植。小黑麦作为粮饲兼用型作物,不但生物量高、品质好,而且抗逆性强、对氮、磷利用率高、节省水肥[6],所以筛选适宜的小黑麦种质对青藏高原牧草业发展具有重要意义[7-8]。以往对小黑麦的研究大多集中在云贵高原、甘肃合作地区[4-5],尚未有青海平安地区关于小黑麦生产性能和营养品质的报道。

本研究以小黑麦品种中饲 1048 为对照,甘农 2 号、石大 1 号、甘农 4 号和小黑麦新品系 C 25、ZHS 811 为试验材料,研究其在青海省平安地区的生产性能和营养品质,并利用灰色关联度法进行综合评价,以期筛选出平安地区最适宜种植的小黑麦材料,解决当地牧草短缺问题。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

平安试验点位于青海省海东市平安区青海凯瑞农业科技有限公司优质饲草种质资源圃试验站,海拔 2 103 m,年均气温 7.4 ℃,年均降水量 318 mm。土壤类型为灰钙土,肥力均匀,土壤有机质 20.25 g/kg,碱解氮 123 mg/kg,速效磷 30.28 mg/kg,速效钾 183.43 mg/kg,pH 值为 8.73,灌溉条件便利。小黑麦播种日期为 2021 年 4 月 17 日。

1.2 试验材料

供试材料为甘肃农业大学草业学院培育的饲草型小黑麦品种甘农 4 号、甘农 2 号、小黑麦新品系 C 25,中国科学院西北高原生物研究所培育的新品系 ZHS 811,石河子大学农学院培育的饲草型小黑麦品种石大 1 号,中国农业科学院作物科学研究所培育的饲草型小黑麦品种中饲 1048 为对照。

1.3 试验设计

试验采用随机区组设计,条播,行距 20 cm,播种深度 3~5 cm,播量按照 500 万苗/hm^2 计算而得,3 次重复,小区面积 5 m×3 m,试验期间及时防除杂草。

1.4 测定指标及方法

1.4.1 生产性能相关指标

草产量:根据鲜干比方法计算每个小区的干草产量[9-10]。

枝条数:开花期根据样段法估计小区枝条数[7]。

株高:开花期刈割前进行。测量 10 个单株从地面至最高点的自然高度。10 株的平均值作为该种质小黑麦的株高[7]。

1.4.2 营养品质相关指标

采用凯氏定氮法测定粗蛋白含量(CP)[11],蒽酮比

色法测定可溶性糖(SS)[12],范式洗涤纤维分析法测定酸性洗涤纤维(ADF)和中性洗涤纤维(NDF)[13]。

1.5 数据处理

利用 SPSS 26.0 软件进行单因素方差分析及差异分析,检验小黑麦不同种质间生长性能及营养品质差异显著性,通过灰色关联分析筛选出最佳小黑麦种质[14-15]。

灰色关联分析基本思想是根据各种质的各项指标与标准品的相似程度来判断关联程度。将 6 种小黑麦种质 7 项指标看作一个灰色系统整体。6 种小黑麦种质以 X 表示,指标以 k 表示,参考数列记为$\{X_{0(k)},k=1,2,\cdots\cdots,m(m=7)\}$,比较数列记为$\{X_{i(k)},i=1,2,\cdots\cdots,n(n=6),k=1,2,3,\cdots\cdots,m(m=7)\}$,6 种小黑麦种质 7 个指标均选择最优值为参考数列[14-15]。

2 结果与分析

2.1 生产性能相关指标差异分析

方差分析结果(表 1)表明,不同小黑麦种质间干草产量、株高和枝条数均存在极显著差异,需要做多重比较。

表 1 参试小黑麦种质有关指标的方差分析

Table 1 Variance analysis of relevant indexes of Triticale germplasm tested

变异来源	F 值						
	干草产量	株高	枝条数	CP	ADF	NDF	SS
种质间	21.90**	4.91**	4.20**	310.55**	9.65**	14.56**	430.52**

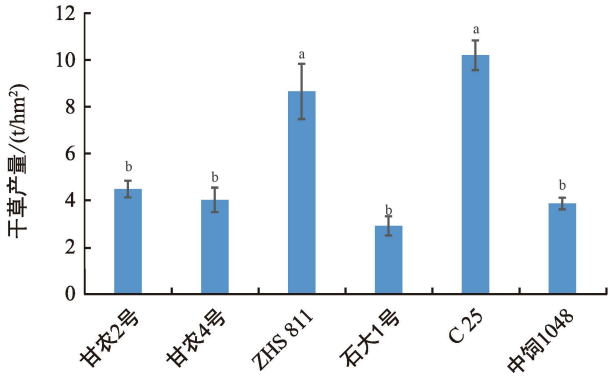
注:"**"表示在 0.01 水平差异极显著。

由图 1 可知,参试小黑麦种质中,C 25 的干草产量(10.20 t/hm²)最高,但与 ZHS 811 的干草产量(8.66 t/hm²)无显著差异,显著高于其他 4 个种质。

由图 2 可知,石大 1 号株高(97 cm)最高,与 ZHS 811 株高无显著差异,显著高于其他种质;甘农 4 号的枝条数(680 万枝/hm²)最多,与甘农 2 号、C 25、石大 1 号、ZHS 811 间无显著差异,显著多于对照中饲 1048 的枝条数(340 万枝/hm²),对照中饲 1048 的枝条数最少,显著低于其他种质(图 2)。

2.2 小黑麦营养品质相关指标差异分析

方差分析(表 1)表明,小黑麦种质间营养品质(CP、ADF、NDF、SS)均存在显著差异,需要做多重比较。根据图 3 可知,参试小黑麦种质中,甘农 2 号的 ADF 含量(22.41%)最低,与甘农 4 号 ADF 含量(23.82%)差异不显著,显著低于其他 4 个种质。甘农 2 号的 NDF 含量(40.98%)显著低于其他 5 个种质;C 25的 NDF 含量(46.25%)显著高于其他 5 个种质。



注:不同字母表示 $p<0.05$ 差异显著。下同。

图 1 小黑麦种质间干草产量的差异

Fig.1 Differences in hay yield among triticale germplasms

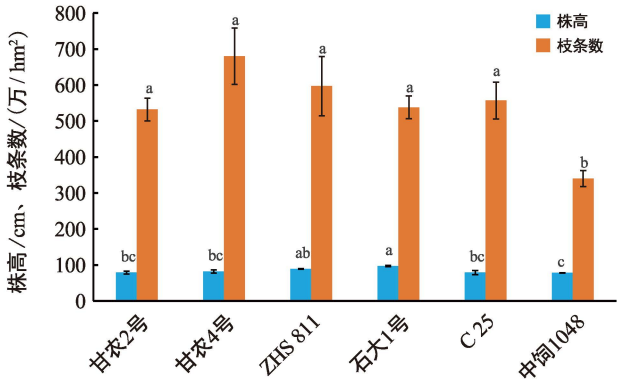


图 2 小黑麦种质间株高和枝条数的差异

Fig.2 Differences in plant height and number of branches among triticale germplasms

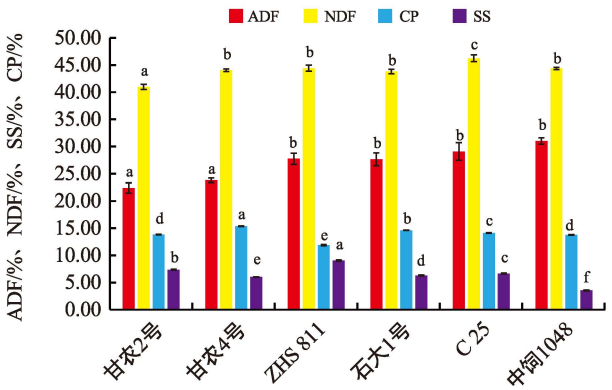


图 3 小黑麦种质间营养品质的差异

Fig.3 Differences in nutrient quality among triticale germplasms

甘农 4 号的 CP 含量(15.35%)最高,显著高于其他种质,石大 1 号的 CP 含量(14.62%)次之,显著高于其他 3 个种质,ZHS 811 的 CP 含量(11.90%)最低,显著低于其他种质。

ZHS 811 的 SS 含量(9.06%)最高,显著高于其他

5 个种质,甘农 2 号的 SS 含量(7.37%)次之,显著高于其他 4 个种质,对照中饲 1048 的 SS 含量(3.55%)最低,显著低于其他种质。

2.3　小黑麦生产性能与营养品质的灰色关联度

根据 2.2 分析可知,小黑麦的指标有差异,无统一标准对小黑麦生产性能和营养品质进行比较,故需要进行综合评价。根据灰色关联度综合评价法,可选择平安地区 6 个不同种质小黑麦的 7 个指标最优值为最优标准品种[15],株高(97 cm)、干草产量(10.2 t/hm^2)、枝条数(680 万枝/hm^2),CP 含量(15.35%)、ADF 含量(22.41%)、NDF 含量(40.98%)和 SS 含量(9.06%),通过计算可得表 2。

表 2　小黑麦种质间生产性能和营养品质关联系数

Table 2　Correlation coefficients of production performance and nutrient quality among triticale germplasms

种质	株高	枝条数	干草产量	营养品质			
				CP	NDF	ADF	SS
甘农 2 号	0.66	0.62	0.37	0.78	1.00	1.00	0.66
甘农 4 号	0.70	1.00	0.39	1.00	0.95	0.87	0.51
ZHS 811	0.81	0.74	0.70	0.61	0.84	0.86	1.00
石大 1 号	1.00	0.63	0.33	0.88	0.84	0.88	0.54
C 25	0.65	0.66	1.00	0.82	0.81	0.80	0.57
中饲 1048(ck)	0.64	0.42	0.37	0.78	0.76	0.86	0.37

根据小黑麦相关指标重要性分配权重[7](表 3)。通过表 2、表 3 计算得到表 4,即在小黑麦种质材料中 C 25 和 ZHS 811 的生产性能与营养品质的相似程度最高,其他各项指标都较好,综合排名靠前,对照中饲 1048 和石大 1 号小黑麦种质表现较差。

表 3　标准小黑麦的构建及各项指标的权重

Table 3　Construction of standard triticale and the weight of various indicators

指标	干草产量/(t/hm^2)	株高/cm	枝条数/(万/hm^2)	CP	ADF	NDF	SS
权重	0.30	0.10	0.10	0.15	0.10	0.10	0.15

表 4　小黑麦种质间的加权关联度

Table 4　Weighted associations of the triticale germplasm

种质	加权关联度	加权排序
甘农 2 号	0.655 0	4
甘农 4 号	0.696 8	3
ZHS 811	0.778 7	2
石大 1 号	0.648 5	5
C 25	0.800 4	1
中饲 1048(ck)	0.549 5	6

3　讨　论

3.1　小黑麦种质间生产性能和营养品质的差异分析

由图 1、图 2 可知,参试小黑麦种质中,C 25 品系生产性能特点为干草产量最高,株高适中,枝条数较多。ZHS 811 品系生产性能特点为干草产量较高,株高较高,枝条数较多。对照中饲 1048 生产性能特点为干草产量、株高最低,枝条数最少。这是因为饲草型小黑麦草产量受遗传特性和外界环境条件影响较大,株高、抗病能力等取决于自身的遗传特性[16],虽然株高、枝条数对草产量均有影响[16],但是枝条数对小黑麦草产量的影响更大[16]。因此,C 25 获得了较高的干草产量(10.2 t/hm^2);ZHS 811 的株高(89 cm),其枝条数(597 万枝/hm^2)次之,也获得了较高的干草产量(8.66 t/hm^2)。对照中饲 1048 株高(78 cm)最低,枝条数(340 万枝/hm^2)也较少,干草产量(3.89 t/hm^2)最低。

由图 3 可知,参试小黑麦种质中,C 25 品系营养品质特点为 CP 含量、SS 含量、ADF 含量及 NDF 含量均较高。ZHS 811 品系营养品质特点为 CP 含量最低,ADF 含量较低,SS 含量最高。对照中饲 1048 品种特点:CP 含量较低,NDF 含量最高,ADF 较高,SS 含量最低。这是因为不同小黑麦种质由于遗传特性不同,营养品质存在显著差异[17]。C 25 的 SS 含量、CP 含量都较高,更易被家畜所喜食。ZHS 811 的 ADF 含量较低,SS 含量最高,但是 CP 含量最低,可能家畜会喜食,蒙正兵等[18]在不同收获期对饲用小黑麦青干草及青贮品质的影响研究表明,可溶性糖含量最高,发酵品质最优,所以推荐 ZHS 811 青贮以后效果更佳。作为对照,中饲 1048 的 CP 含量较低,NDF 含量最高,ADF 含量较高,SS 含量最低,营养品质不佳,不建议在青海平安地区种植。

综上所示,品系 C 25、品系 ZHS 811 生产性能、营养品质俱佳,建议在平安地区种植。

3.2　小黑麦种质的综合评价

利用灰色关联度法对小黑麦种质进行综合评价,结果表明,小黑麦品系中 C 25 和 ZHS 811 的生产性能与营养品质的相似程度最高,其他的各项指标都较好,综合排名靠前;甘农 4 号和甘农 2 号的相似程度次之,其他各项指标也都较好,综合排名仅次于 C 25 和 ZHS 811;对照中饲 1048 和石大 1 号小黑麦种质表现较差;由此可见,小黑麦新品系 C 25 和 ZHS 811 更加适合在平安地区生长和种植。

4　结　论

通过对平安地区不同种质小黑麦生产性能和营养

品质的差异分析得出,小黑麦品系中 C 25 和 ZHS 811 的生产性能(干草产量、株高、枝条数)和营养品质(CP、ADF、NDF、SS)等指标的表现都较好,且利用灰色关联度法对小黑麦种质进行综合评价得到,C 25 和 ZHS 811 的生产性能和营养品质相似度最高,其综合排名靠前;对照中饲 1048 小黑麦的生产性能及各项指标表现最差。由此可见,小黑麦品系中 C 25、ZHS 811 最适合在平安地区种植,并且品系 ZHS 811 由于可溶性糖的优势,比较适合作为青贮饲料,对照中饲 1048 不适合在平安地区种植。

参考文献:

[1]孔祥智.守住底线做好三项重点工作——2022 年中央一号文件解读[J].乡村振兴,2022(4):52-55.

[2]王伟,徐成体,德科加,等.称多县燕麦与小黑麦引种试验初步研究[J].青海畜牧兽医杂志,2015,45(5):4-6.

[3]孙敏,郭媛.小黑麦生物学特性、营养价值及利用前景[J].山西农业大学学报,2003,23(3):200-203.

[4]赵方媛,王文,陈平,等.甘农 2 号小黑麦在云贵高原的生产性能研究[J].草原与草坪,2019,39(1):43-47.

[5]代寒凌,田新会,杜文华,等.甘南地区饲用型小黑麦草产量及营养品质研究[J].草原与草坪,2019,39(2):66-72.

[6]金涛.西藏中部农区冬春季小黑麦饲草生产技术研究[D].北京:中国农业科学院,2016.

[7]刘晶,赵方媛,杜文华,等.甘肃省不同生态区高产优质小黑麦种质的筛选[J].草原与草坪,2019,39(5):46-54.

[8]刘晶,赵明月,郭宏玉,等.高寒牧区小黑麦研究进展[J].青海科技,2021,28(4):23-27.

[9]Liu Jing,Tuo Wenjun,Du Wenhua,et al.Typical correlation analysis between forage type triticale production performance and different pilot ecological factors[J].Journal of Botanical Research,2021,3(1):46-51.

[10]李春喜,叶润荣,周玉碧.高寒牧区不同燕麦品种饲草产量及品质的研究[J].草地学报,2014,22(4):882-888.

[11]陈丽萍.杜马斯燃烧法与凯氏定氮法的比较[J].黑龙江粮食,2018(10):48-49.

[12]张蜀秋,韩玉珍,李云.植物生理学实验技术教程[M].北京:科学出版社,2011.

[13]时建青,徐红蕊.范氏洗涤纤维分析法及其简化法测定 NDF 效果对比[J].江西饲料,2005(3):15-16.

[14]王有武,王瑞清,黄小晶,等.应用灰色关联度综合评价冬性小黑麦品种区域试验[J].安徽农业科学,2007,37(16):7375-7377.

[15]孙万斌,马晖玲,侯向阳,等. 20 个紫花苜蓿品种在甘肃两个地区的生产性能及营养价值综合评价[J].草业学报,2017,26(3):161-174.

[16]刘晶,宋谦,田新会,等.基于隶属函数法和 GGE 双标图的饲草型小黑麦种质适应性评价[J].草业学报,2018,27(5):85-96.

[17]宋谦,田新会,杜文华.甘肃省高寒牧区小黑麦新品系的生产性能[J].草业科学,2016,33(7):1367-1374.

[18]蒙正兵,张瑜,龙忠富,等.不同收获期对饲用小黑麦青干草及青贮品质的影响[J].贵州农业科学,2017,45(1):95-98.

(上接第 67 页)

参考文献:

[1]黄年来.中国香菇栽培学[M].上海:上海科学技术文献出版社,1994:100-107.

[2]周伟,凌亮,郭尚.香菇食药价值综述[J].食药用菌,2020,28(6):461-465,469.

[3]Zietkeewicz E,Rafalski A,Labuda D.Genome fignerprinting by simple sequence repeat (SSR)-anchored polymerase chain reaction amplify- cation[J].Genomics,1994,20:176-183.

[4]孟虎,孙国琴,睢韡,等.ISSR 技术在食用菌研究上的应用[J].北方园艺,2016(5):207-210.

[5]陈小敏,吴海冰,辜运富,等.香菇种质资源遗传多样性研究[J].四川农业科技,2019(12):40-44.

[6]宋莹,刘俊杰,刘岩岩,等.辽宁省主栽香菇菌株 ISSR 遗传差异性分析[J].北方园艺,2017(5):82-85.

[7]徐彦军,肖军,李昌俊,等.香菇庆科 212 三级菌种培养基配方筛选[J].种子,2019,38(8):138-140.

[8]刘靖宇,宋秀高,叶夏,等.香菇菌株遗传多样性 ISSR、RAPD 和 SRAP 综合分析[J].食用菌学报,2011,18(3):1-8.

[9]汪昊,牛玉蓉,荣成博,等.19 个香菇菌株基于 ISSR、SRAP 和 TRAP 分子标记的遗传多样性分析[J].江苏农业科学,2019,47(17):54-59.

[10]任海霞,宫志远,蒋志琴,等.26 个香菇菌株的遗传多样性分析[J].山东农业科学,2017,49(11):20-23.

[11]程爽爽.香菇优良菌株的选育[D].杨凌:西北农林科技大学,2019.

[12]李闯.香菇栽培菌株重要农艺性状与分子标记的关联分析[D].武汉:华中农业大学,2016.

[13]叶海丹.ISSR 分子标记技术在桑黄、黑木耳遗传分析上的应用研究[D].杭州:浙江农林大学,2017.

[14]肖冬来,张迪,林衍铨,等.20 株香菇菌株的 ISSR 和 F-MSAP分析[J].福建农业学报,2018,33(8):794-798.

[15]郭金英,宋彦龙,李超,等.四十个野生香菇菌株遗传多样性分析[J].北方园艺,2018(10):157-160.