

## 培养料中添加梨皮渣对杏鲍菇营养品质的影响

陈倩颖, 欧祖兰, 吴利 (合肥师范学院, 安徽合肥 230061)

**摘要** 设计了6种梨皮渣为主料的配方, 采用袋栽方式培养杏鲍菇, 探索不同基质对比对杏鲍菇营养品质的影响。结果表明, 随着栽培料中梨皮渣比例的增加(55%~80%), 6种配方栽培出菇的杏鲍菇子实体中水分含量区别不显著; 子实体中粗蛋白、还原糖、 $V_C$ 、粗纤维的含量均呈先增后减的趋势, 其中粗蛋白、粗纤维含量在65%和70%配方处理时有最高值, 且显著高于CK; 还原糖含量在处理D和处理E时均有最大值但与CK差异不显著;  $V_C$ 含量在处理D时有最高值, 且显著高于其他配方和CK。杏鲍菇的常规栽培料部分添加梨皮渣可有效改善杏鲍菇的营养品质。

**关键词** 梨皮渣; 杏鲍菇; 营养品质; 粗蛋白

**中图分类号** S646 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2021)10-0053-04

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.10.014



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Effects of Adding Pear Peel Residue in Culture Material on Nutritional Qualities of *Pleurotus eryngii*

CHEN Qian-ying, OU Zu-lan, WU Li (Hefei Normal University, Hefei, Anhui 230061)

**Abstract** Six kinds of pear peel residues were designed as the main ingredients to study the effects of different proportions on the nutritional qualities of *Pleurotus eryngii*. The results showed that there were no significant differences in water content of the sporocarp in pear peel residue formula(55%~80%). The contents of crude protein, reducing sugar, vitamin C, crude fiber in the sporocarp increased first and then decreased with the proportion increasing of pear peel residue in formula. The content value of crude protein and crude fiber was the highest in formula 65% and 70%, and they were all significantly higher than those of the CK; the content of reducing sugar was the highest in formula 70% and 75%, while there was no significant differences with that of CK. The content of vitamin C was the highest in formula 70%, and was significantly higher than other treatments. The results proved that the nutrition quality of *Pleurotus eryngii* could be improved by adding pear peel residue to the conventional culture material.

**Key words** Pear peel residue; *Pleurotus eryngii*; Nutritional qualities; Grude protein

杏鲍菇(*Pleurotus eryngii*)是一种体型较大的肉质伞菌, 属于侧耳属一类。在野生条件下, 杏鲍菇菌丝体只能依靠缓慢分解基质来延续和生长, 但杏鲍菇是高营养型菌类, 人工栽培时为了获得较高的产量和品质, 需要较丰富的氮源和碳源。杏鲍菇是一种腐生菌和兼性寄生真菌, 分解纤维素、木质素能力较强, 因而其栽培材料非常广泛, 各种农副产品均可作为杏鲍菇栽培料使用<sup>[1-2]</sup>。

随着人们生活水平的提高及对食用菌尤其杏鲍菇需求的激增, 迫切需要菇农扩大种植规模, 工厂化栽培的杏鲍菇大多以棉籽壳作为主料, 而合肥周边地区棉花种植面积锐减, 致使棉籽壳价格虚高。高学峰等<sup>[3]</sup>在杏鲍菇培养基中添加葡萄皮渣, 通过对栽培出的杏鲍菇子实体进行营养成分分析得出, 当葡萄皮渣添加比例为80%时, 杏鲍菇的营养价值最高、口感最好。徐彦军等<sup>[4]</sup>采用梨枝屑为主要栽培料栽培杏鲍菇, 研究不同栽培料配方对杏鲍菇子实体性状及产量的影响, 结果表明梨枝屑栽培的杏鲍菇子实体粗蛋白、粗纤维、多糖、脂肪含量均较高。张云茹等<sup>[5]</sup>用不同柑橘皮渣培养基栽培平菇, 对栽培出菇的平菇营养指标进行比较分析得出, 柑橘皮渣培养基所栽培的平菇出菇质量好, 平均生物转化率高, 不同柑橘皮渣培养基对膳食纤维、蛋白质、多糖、氨基酸、粗脂肪等各项营养指标含量影响比较明显。刘芸等<sup>[6]</sup>采用苹果渣为基质培养凤尾菇白灵菇猴头菇的菌丝, 对粗蛋白、粗脂肪、粗纤维等相关营养成分的测定表明采用苹果渣为基

质培养凤尾菇白灵菇猴头菇其子实体营养成分优于常规的棉籽壳麸皮配方。

砀山酥梨属于梨的白梨系统, 是古老的地方优良品种, 原产于安徽省砀山县, 以果大核小、黄亮型美、皮薄多汁、酥脆甘甜而驰名中外, 深受广大消费者喜爱。近几年, 随着砀山酥梨种植面积的逐年扩大, 产生大量的残次品, 而且在砀山酥梨产品的加工过程中也会产生大量废弃的梨渣。酥梨皮渣是新鲜梨经破碎压榨后的剩余物, 主要由果皮、果核和残余果肉组成, 含有可溶性糖、维生素、矿物质及纤维素等丰富的营养物质<sup>[7-8]</sup>。目前这些梨渣没有得到充分且合理的应用, 仅是用来制作饲料, 或者直接废弃, 既容易污染环境, 又造成资源浪费。若能探索将梨皮渣添加进食用菌栽培的配方中, 既缓解了菇农栽培成本的投入, 又为梨渣的资源化处理开辟了新路径。鉴于此, 笔者设计了6种梨皮渣为主料的配方, 采用袋栽方式培养杏鲍菇, 探索不同基质对比对杏鲍菇营养品质的影响。

## 1 材料与方

**1.1 试验材料** 杏鲍菇3号菌种、聚丙烯折角袋、套环等购自合肥南七菌种厂。主料: 棉籽壳、梨皮渣(砀山县聚果汇商贸有限公司提供)。辅料: 麸皮、生石灰由合肥师范学院微生物学实验室提供。

## 1.2 试验方法

**1.2.1 杏鲍菇栽培种培养基的制备。**根据参考文献<sup>[9]</sup>, 将梨皮渣、棉籽壳、麸皮摊开暴晒2~3 d, 用粉碎机将梨皮渣粉碎至1.0~1.2 mm颗粒状备用。主辅料配比按照余红等的方法稍做改动<sup>[10]</sup>。将表1的6个配方称取原材料, 每个配方设10个重复, 主料辅料混合均匀, 加水搅拌均匀, 以生石灰调节

**基金项目** 国家自然科学基金项目(51909051); 校级青年教师专项(2017QN40)。

**作者简介** 陈倩颖(1985—), 女, 安徽合肥人, 实验师, 硕士, 从事食品微生物学研究。

**收稿日期** 2020-09-26

pH 7.5 左右,灵活调水,使得培养料含水量在 60%~65%。由于酥梨皮渣含糖分很高、营养丰富、易发酵变质,人工装袋后应及时 128 ℃ 灭菌 2 h,待袋料温度降到 25 ℃ 左右时采用无菌操作技术将全部菌袋一次性接种,袋口加塑料颈圈加棉塞扎口,室温培养 40 d 左右,隔 2~3 d 观察记录菌丝生长状况,并及时发现处理污染菌袋。

表 1 以梨皮渣为主的试验配方处理比较

Table 1 Comparison of the experimental formula based on pear peel residue

配方处理 Formula treatment	梨皮渣 Pear peel residue	棉籽壳 Cottonseed hull	麸皮 Bran	生石灰 Burnt lime
A	55	38	6	1
B	60	33	6	1
C	65	28	6	1
D	70	23	6	1
E	75	18	6	1
F	80	13	6	1
CK	—	93	6	1

**1.2.2 出菇管理。**当菌丝长满袋后,待菌袋原种接入部位不断分泌出黄色水珠,用 pH 试纸测试黄色水珠 pH 在 4 左右,说明菌丝已达生理成熟,可以去掉袋口的扎绳,沿袋长方向轻轻拉扯袋端,进行松袋催蕾。当幼蕾出现(8~15 d)应将菌袋开大口,并确保有良好的通风,同时培养室的湿度稳定在 85%~95%,在幼菇生长阶段温度控制在 10~22 ℃,并适当增加光照,同时湿度保持在 90%(不能直接把水喷到菇体上),当菌柄分化后,要减少通风,利用较高二氧化碳浓度抑制菌盖生长,刺激菇柄增长变粗,温度最好控制在低温(12~15 ℃),空气湿度保持在 80%~85%,散射光处理以增加杏鲍菇的商品品质。10~14 d 后即可出菇,出菇后,对杏鲍菇进行采收,采收标准为七成成熟时菌盖边缘卷呈半球形较适宜<sup>[11]</sup>。

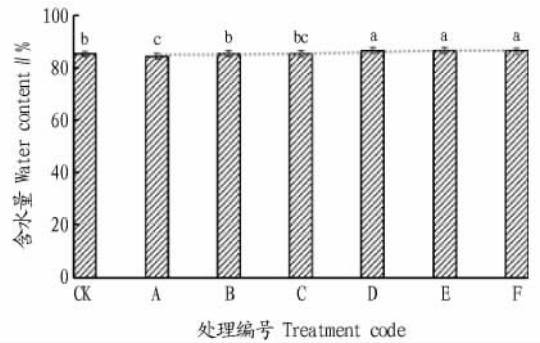
**1.3 杏鲍菇样品测定指标及方法** 采用直接干燥法并参考 GB 5009.3—2016 测定水分含量;参照 GB 5009.5—2016 测定粗蛋白含量<sup>[10]</sup>;采用 3,5-二硝基水杨酸(DNS)法测定还原糖含量;采用 2,6-二氯酚靛酚滴定法维生素 C 含量<sup>[10-12]</sup>;参照 GB/T 5009.10—2003 测定粗纤维含量。

**1.4 数据处理与方法** 采用 Excel 2013 软件统计数据;利用 SPSS 18.0 软件对数据进行差异显著性分析,数据之间差异显著性检验采用 Duncan's 法。

## 2 结果与分析

**2.1 不同处理对杏鲍菇水分含量的影响** 添加不同比例酥梨皮渣的栽培料对杏鲍菇子实体含水量的影响如图 1 所示,6 种不同比例栽培料栽培出菇的杏鲍菇子实体含水量在 84.47%~86.45%,CK 的水分含量为 85.4%,其中处理 D 的子实体含水量高于处理 A、B 和 C,但与处理 E 和 F 差异均不显著。处理 B、处理 C 和 CK 之间差异均不显著。培养基的水分条件是决定杏鲍菇品质的重要因素,水分过低则子实体会萎缩,原基干裂不能分化;水分过高又会引起病虫害发生,所以试验中培养料水分控制在 60%~65%。处理 D 栽培的杏

鲍菇水分含量较高,这可能是由于酥梨皮渣中丰富的含水量与棉籽壳的持水性能较好,良好的配比使得培养基的保持水分能力较强,杏鲍菇菌丝能够充分利用培养基中的水分,栽培出来的杏鲍菇水分含量比其他配方略高<sup>[13-14]</sup>。



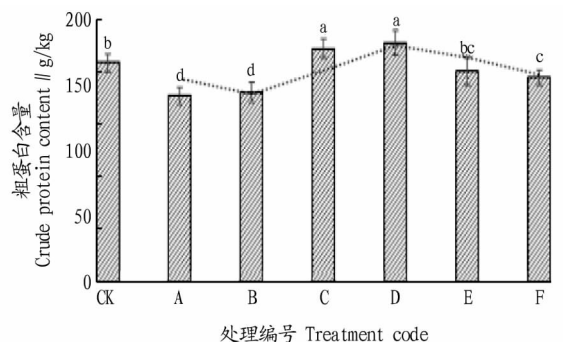
注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level

图 1 不同处理对杏鲍菇水分含量的影响

Fig.1 Effects of different treatments on the water content of *Pleurotus eryngii*

**2.2 不同处理对杏鲍菇粗蛋白含量的影响** 粗蛋白的含量是体现杏鲍菇营养品质的一项重要指标,一般粗蛋白的含量越高,表明杏鲍菇的营养品质越好<sup>[15]</sup>。图 2 表明 6 种配方培养料栽培杏鲍菇的粗蛋白含量在 142.5~183.1 g/kg。其中处理 C、D 中子实体粗蛋白含量显著高于其他配方,且二者之间差异不显著。CK、处理 C、处理 E 显著高于处理 F,但三者之间差异不显著。处理 F 中子实体粗蛋白含量又显著高于处理 A 和 B。子实体中粗蛋白含量随着培养料中酥梨皮渣含量的增加呈先增长后降低的趋势,这可能是因为酥梨皮渣中粗蛋白含量为 62.0 g/kg,棉籽壳中粗蛋白含量为 62.0~73.5 g/kg,食用菌菌丝虽然可以充分利用多组分复合氮源,但是对碳源、氮源及矿物质等的吸收有一定比例<sup>[16-17]</sup>。因此推测,由于处理 C 和 D 中各组分分配比合理,有利于菌丝对氮源的充分利用,所以子实体中粗蛋白含量最高。



注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

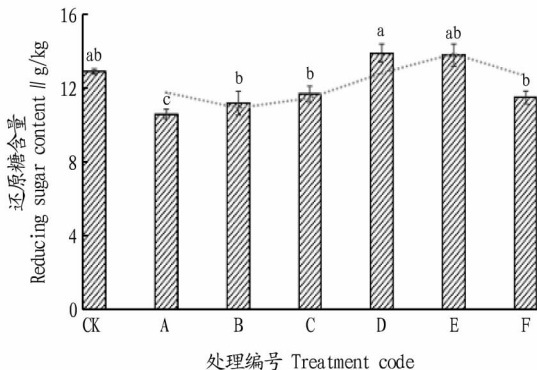
Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level

图 2 不同处理对杏鲍菇粗蛋白含量的影响

Fig.2 Effects of different treatments on crude protein content of *Pleurotus eryngii*

**2.3 不同处理对杏鲍菇还原糖含量的影响** 还原糖是直接影响杏鲍菇质地、风味的一项指标。一般杏鲍菇中还原糖过

高会引起杏鲍菇子实体发软、发蔫,过低则会引起发硬的现象,从而影响杏鲍菇的风味和口感<sup>[18]</sup>。由图 3 可知,6 种配方培养料栽培杏鲍菇的还原糖含量在 10.6~13.9 g/kg。CK 中还原糖含量为 12.9 g/kg。其中处理 D、处理 E、CK 中子实体还原糖含量显著高于其他配方,且三者之间差异不显著。处理 B、C、F 配方的子实体中还原糖显著高于处理 A,但三者之间差异不显著。这可能是因为酥梨皮渣中的可溶性糖分含量较高<sup>[17]</sup>,其中的还原糖可以通过杏鲍菇菌丝的富集作用转化为杏鲍菇子实体的营养成分,因此酥梨皮渣培养基栽培杏鲍菇可以部分有效替代棉籽壳作为杏鲍菇的栽培主料。处理 F 中子实体还原糖含量最低,这可能是因为棉籽壳含量过少,造成培养料通气持水性能下降,影响了杏鲍菇菌丝对柑橘皮渣中可溶性糖分的转化利用<sup>[19-20]</sup>。



注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

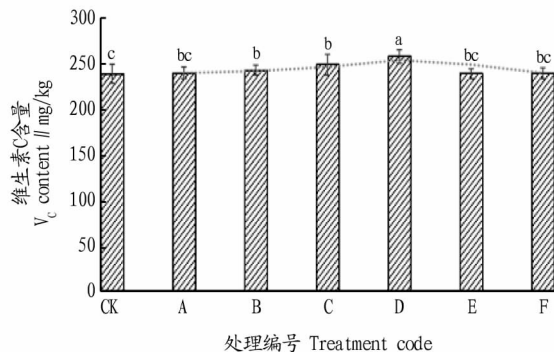
Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level

图 3 不同处理对杏鲍菇还原糖含量的影响

Fig.3 Effects of different treatments on reducing sugar content of *Pleurotus eryngii*

**2.4 不同处理对杏鲍菇 V<sub>C</sub> 含量的影响** 6 种不同配方培养料栽培杏鲍菇子实体的 V<sub>C</sub> 含量如图 4 所示。各处理子实体 V<sub>C</sub> 含量为 239.8~258.0 mg/kg,处理 D 中杏鲍菇子实体 V<sub>C</sub> 含量为 254.0 mg/kg 显著高于其他配方。CK 配方中子实体 V<sub>C</sub> 含量最低,为 239.0 mg/kg,其余 6 个处理的杏鲍菇 V<sub>C</sub> 含量均高于 CK。这可能是因为 6 个配方中的酥梨皮渣所占比例较高,均大于 50%,而酥梨皮渣的中含有丰富的维生素 C,高达 21.5~24.5 mg/kg,可以通过杏鲍菇菌丝的酶系转化在杏鲍菇子实体中得到富集<sup>[21]</sup>。

**2.5 不同处理对杏鲍菇粗纤维含量的影响** 由图 5 可知,6 种不同比例酥梨皮渣配方培养料栽培杏鲍菇的粗纤维含量在 41.8~50.2 mg/kg,其中处理 C、D 的子实体粗纤维含量显著高于其他处理,且二者之间差异不显著。处理 B、E、F 中粗纤维含量显著高于 CK、处理 A,但三者之间差异不显著。总体来说,随着培养料中酥梨皮渣含量的增加,杏鲍菇子实体中粗纤维含量呈先增加后减少的趋势。这可能是因为梨渣中含有丰富纤维素和半纤维素,而杏鲍菇本身是一种分解纤维素、木质素较强的菌类,所以适量添加梨皮渣可以显著提高子实体中粗纤维含量,但梨皮渣添加过量,则菌袋中菌丝生长较纤细,影响其对碳源物质的吸收和转化<sup>[22]</sup>。

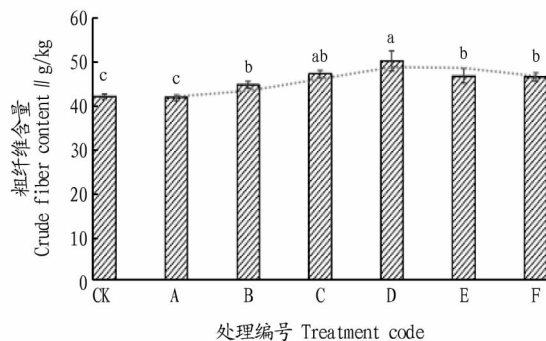


注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level

图 4 不同处理对杏鲍菇维生素 C 含量的影响

Fig.4 Effects of different formulas of pear peel residues on V<sub>C</sub> content of *Pleurotus eryngii*



注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level

图 5 不同处理对粗纤维含量的影响

Fig.5 Effects of of different treatments on crude fiber content of *Pleurotus eryngii*

### 3 结论与讨论

该试验结果显示,培养料中添加酥梨皮渣对所栽培的杏鲍菇子实体水分含量影响不明显,但随着培养料中酥梨皮渣比例的增加,杏鲍菇子实体中粗蛋白、还原糖、V<sub>C</sub> 及粗纤维含量均呈先增后减趋势,其中 65% 和处理 D 粗蛋白、粗纤维含量最高;杏鲍菇中含有人体需要的 8 种必需氨基酸,所以食用菌蛋白对人体来说是优质蛋白。培养料中添加酥梨皮渣显著提高了杏鲍菇子实体中粗纤维含量,这可能是因为酥梨皮渣本身含有丰富的纤维素,可为杏鲍菇提供充足的合成粗纤维的原料。食品中粗纤维是一种健康食材,有助于人体消化道蠕动,促进肠道内有害物质的排出<sup>[23]</sup>。所以栽培较高含量粗蛋白和粗纤维的杏鲍菇时,选择处理 C、D 较为适宜。还原糖含量在处理 D 和处理 E 时均有最大值且与 CK 差异不显著,酥梨皮渣中含有的多糖类物质最终转化为可溶性碳水化合物,合适的配比有利于杏鲍菇菌丝对碳源的转化吸收,所以栽培较高还原糖含量杏鲍菇选用 70% 或处理 E 较适宜。V<sub>C</sub> 含量在处理 D 时有最高值,且均显著高于 CK。酥梨皮渣含有丰富的维生素,培养料中添加酥梨皮渣可显著提高子实体中 V<sub>C</sub> 含量,但添加比例不当会影响菌丝体对营养物质的酶解吸收。综合比较显示,处理 D 时栽培杏鲍菇的综

合营养价值最高。

对添加不同比例酥梨皮渣栽培出的杏鲍菇子实体进行营养品质的分析有利于改进栽培料中主辅料配比,理论上栽培料中氮源越丰富,杏鲍菇菌丝生长越好、产量越高,生产中为保证其分生数量和生长质量,必须适量增加氮源,但一般以不超过30%为宜,氮素过多,会延迟杏鲍菇子实体的形成,所以在设计的配料中适量添加麸皮,能弥补酥梨皮渣速效氮的不足,但是该试验中氮源种类过于单一,还可以通过添加天然的含氮化合物来满足菌丝体生长的氮素需求,例如米糠、玉米粉、黄豆粉等作为氮源。此外,酥梨皮渣酸度很大,杏鲍菇菌丝喜欢微酸性环境,添加适量石灰粉,将培养料pH调至7.5左右,灭菌后可降到pH 7.0以下,有利于杏鲍菇菌丝的生长。优质的培养料可以为杏鲍菇的生长提供充足的养分,同时培养料中各营养元素间科学的配比有利于菌丝体对营养物质的转化吸收,满足子实体生长繁殖的需要<sup>[24-25]</sup>。该研究结果表明,培养料中添加适当比例的酥梨皮渣可显著提高杏鲍菇的营养品质。

#### 参考文献

- [1] 郭美英.珍稀食用菌杏鲍菇生物学特性的研究[J].福建农业学报,1998,13(3):44-49.
- [2] 颜明娟,江枝和,蔡顺香.杏鲍菇营养成分的分析[J].食用菌,2002,24(2):11-12.
- [3] 高学峰.利用葡萄与葡萄酒生产过程中废弃物栽培杏鲍菇的研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2016.
- [4] 徐彦军,安华明,杨方,等.梨枝屑栽培对杏鲍菇子实体产量及营养成分的影响[J].食用菌,2009,31(2):26,33.
- [5] 张云茹,范守城,汪远进,等.不同柑橘皮渣培养基对平菇营养品质的影响[J].西南农业学报,2014,27(5):2080-2085.
- [6] 刘芸,仇农学,殷红.以苹果渣为基质发酵生产凤尾菇白灵菇猴头菇菌丝的试验[J].食用菌,2010,32(6):28-30.
- [7] 徐义流.砀山酥梨[M].北京:中国农业出版社,2009.
- [8] 石勇,何平,陈茂彬.果渣的开发利用研究[J].饲料工业,2007,28(1):54

-56.

- [9] 杜敏华.食用菌栽培学[M].北京:化学工业出版社,2007.
- [10] 余红,刘炳禄,李富玉,等.中药药渣在杏鲍菇生产中的应用[J].山东农业科学,2009,41(6):50-51.
- [11] 王凤芳.杏鲍菇中营养成分的分析测定[J].食品科学,2002,23(4):132-135.
- [12] 官志远,于淑芳,曲玲,等.不同培养料栽培杏鲍菇的品质分析[J].食用菌学报,2002,9(2):44-49.
- [13] DUNDAR A, ACAY H, YILDIZ A. Effect of using different lignocellulosic wastes for cultivation of *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. on mushroom yield, chemical composition and nutritional value [J]. African journal of biotechnology, 2009, 8(4): 662-666.
- [14] 赵大刚.玉米下脚料对杏鲍菇产量和品质影响的研究[D].合肥:安徽农业大学,2012.
- [15] 蔡爱群,张惠超,柯野,等.桑木屑、甘蔗渣栽培杏鲍菇试验[J].长江蔬菜,2010(6):45-46.
- [16] OHGA S. Influence of wood species on the sawdust-based cultivation of *Pleurotus abalonus* and *Pleurotus eryngii* [J]. Journal of wood science, 2000, 46(2): 175-179.
- [17] 韩春华,李明,田景花.杏鲍菇菌丝对不同碳氮源利用的研究[J].河北农业大学学报,2003,26(2):40-42.
- [18] MA G X, YANG W J, FANG Y, et al. Antioxidant and cytotoxicities of *Pleurotus eryngii* residue polysaccharides obtained by ultrafiltration [J]. LWT-Food Science and Technology, 2016, 73: 108-116.
- [19] SYNYTSYA A, MIČ KOVÁ K, SYNYTSYA A, et al. Glucans from fruit bodies of cultivated mushrooms *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii*: Structure and potential prebiotic activity [J]. Carbohydrate polymers, 2009, 76(4): 548-556.
- [20] 夏晓静,李明,李守勉,等.碳氮源对杏鲍菇菌丝体外多糖产量的影响研究[J].食用菌,2009,31(5):16-17.
- [21] 张云茹,富继虎,唐国发,等.柑橘皮渣栽培平菇及其营养安全评估[J].食品与发酵工业,2013,39(12):140-144.
- [22] 黄欣,朱雨婷,张钰洁,等.以咖啡渣为主料栽培食用菌的初步研究[J].扬州大学学报(农业与生命科学版),2020,41(1):105-109.
- [23] 赵大刚,陶鸿,卜文文,等.利用玉米芯栽培杏鲍菇技术研究[J].北方园艺,2012(5):168-170.
- [24] 伦志明,郭文学,闫宝松,等.滑子菇菌糠栽培杏鲍菇配方筛选试验[J].食用菌,2011,33(4):24-25.
- [25] 江枝和,翁琦琦,肖淑霞,等.杏鲍菇高产栽培工艺的研究[J].食用菌学报,2002,9(3):42-45.

(上接第49页)

#### 参考文献

- [1] 贾晓军,丁变红,张小伟,等.44个玉米杂交种产量与主要农艺性状的灰色关联度分析[J].中国农学通报,2015,31(21):16-23.
- [2] 陈雅彬,李凤海.不同玉米品种及亲本苗期抗旱指标测定及抗旱性分析[J].辽宁农业科学,2006(2):32-34.
- [3] 黄晓俊,于飞,敖芹.干旱对玉米生长及产量影响的试验研究[J].贵州气象,2012,36(6):25-28.
- [4] 李争光,梁晓玲,雷志刚,等.28个玉米自交系主要农艺性状耐旱性研究[J].新疆农业科学,2010,47(3):449-456.
- [5] BOLAÑOS J, EDMÉADES G O. Eight cycles of selection for drought tolerance in lowland tropical maize. I. Responses in grain yield, biomass, and radiation utilization [J]. Field Crop Res, 1993, 31(3/4): 233-252.
- [6] 李跃.不同基因型玉米自交系对干旱胁迫的生理特性分析[D].杨凌:西北农林科技大学,2014.
- [7] 龚雨田,孙书洪,闫宏伟.不同生育期水分胁迫对玉米农艺性状的影响[J].节水灌溉,2017(5):34-36,41.
- [8] 齐伟.不同玉米品种耐旱性差异及生理特性研究[D].泰安:山东农业大学,2009.

- [9] 冯健英,许洛,王绍新,等.北方地区夏玉米主推品种的抗旱性研究[J].安徽农业科学,2015,43(28):47-49.
- [10] 李亮,孙宝成,刘成,等.水分胁迫后玉米茎节变化与产量和抗旱性的关系研究[J].新疆农业科学,2012,49(1):16-21.
- [11] 张文英,智慧,柳斌辉,等.干旱胁迫对谷子孕穗期光合特性的影响[J].河北农业科学,2011,15(6):7-11.
- [12] 肖俊夫,刘战东,刘祖贵,等.不同时期干旱和干旱程度对夏玉米生长发育及耗水特性的影响[J].玉米科学,2011,19(4):54-58,64.
- [13] 陈岩.玉米品种抗旱筛选及不同基因型差异性分析[D].北京:中国农业科学院,2010.
- [14] KHAN M B, HUSSAIN N, IQBAL M. Effect of water stress on growth and yield components of maize variety YHS 202 [J]. Res (Science), 2001, 12: 15-18.
- [15] KAMARA A Y, MENKIR A, BADU-APRAKU B, et al. The influence of drought stress on growth, yield and yield components of selected maize genotypes [J]. J Agric Sci, 2003, 141(1): 43-50.
- [16] 赵欣欣,贾恩吉,于运国,等.玉米杂交种抗旱性鉴定与选择[J].吉林农业大学学报,2000,22(2):56-61.
- [17] 赵洪兵,黄亚群.不同玉米杂交种抗旱性比较及抗旱性鉴定指标的研究[J].华北农学报,2007,22(S2):66-70.