

# 不同栽培模式对光伏大棚黑木耳产量及营养品质的影响

陈晓文, 郭喜军, 李富春, 张 蓉  
(通渭县农业技术推广中心, 甘肃 通渭 743300)

**摘要:** 为掌握陇中旱作区不同栽培模式下光伏钢架大棚黑木耳产量及营养品质的变化规律, 提高黑木耳产量和品质。以黑木耳品种黑威 15 号为指示品种, 在通渭县光伏基地光伏钢架大棚内对黑木耳进行立体吊袋、棚架层排、塑料袋地栽 3 种不同栽培模式的比较试验。结果表明, 与塑料袋地栽相比, 立体吊袋栽培、棚架层排栽培的黑木耳营养品质均有所提升, 尤其以总糖、粗蛋白、粗纤维、可溶性糖、总氨基酸等营养成分含量提升明显。立体吊袋栽培表现更优, 立体吊袋栽培的黑木耳总糖、灰分、粗蛋白、粗纤维、可溶性糖、总氨基酸等营养成分含量分别较塑料袋地栽提升了 46.93%、36.48%、36.25%、68.49%、68.32%、15.89%, 差异达显著水平。采用立体吊袋栽培生产时, 黑木耳平均生长速度最快, 为 0.25 cm/d; 成品率高, 为 98.5%; 黑木耳原基形成时间和出耳周期短, 分别为 19、16 d; 黑木耳子实体外观品质最优(单耳鲜重最大, 耳片的长度和宽度最高), 商品等级高; 单袋鲜耳总产量、单袋平均干耳产量均最高, 分别为 1 071.4、85.3 g, 分别较塑料袋地栽增加了 473.4、26.9 g, 增幅为 79.2%、46.1%, 增产达显著水平, 且各茬次鲜耳产量分布最佳。综合考虑认为, 立体吊袋栽培模式在陇中旱作区黑木耳生产上有良好的推广应用前景。

**关键词:** 栽培模式; 光伏大棚; 黑木耳; 立体吊袋栽培; 产量; 营养品质

**中图分类号:** S646.6; S625.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 2097-2172(2023)06-0548-05

**doi:** 10.3969/j.issn.2097-2172.2023.06.013

## Effects of Different Cultivation Modes on Yield and Nutrients of *Auricularia auricula* in Photovoltaic Greenhouses

CHEN Xiaowen, GUO Xijun, LI Fuchun, ZHANG Rong

(Tongwei County Agricultural Technology Extension Centre, Tongwei Gansu 743300, China)

**Abstract:** In order to determine the variation of yield and nutrient compositions of *Auricularia auricularia* in photovoltaic steel frame greenhouses under different cultivation modes in dry farming areas of central Gansu so as to improve the yield and quality of *Auricularia auricularia*, 3 different cultivation modes, i.e., three-dimensional lifting bag cultivation, shelter cultivation and open-air cultivation using plastic bags, of *Auricularia auricularia* were carried out in photovoltaic steel frame greenhouses of Tongwei County to conduct comparative experiment using variety Heiwei 15 as the experimental material. The results showed that when compared with open-air cultivation using plastic bags, nutritive values in three-dimensional lifting bag cultivation and shelter cultivation were all increased to some extent with significant in creases detected in the contents of total sugar, crude protein, crude fiber, soluble sugar, total amino acids. Nutritive values in three-dimensional lifting bag cultivation were superior, in which contents of total sugar, ash, crude protein, crude fiber, soluble sugar and total amino acids were significantly increased by 46.93%, 36.48%, 36.25%, 68.49%, 68.32% and 15.89%, respectively when compared with those of open-air cultivation using plastic bags. The average growth rate of *Auricularia auricula* was the fastest in three-dimensional lifting bag cultivation, which was 0.25 cm/d with the high rate of product reaching 98.5%, the formation time and ear-emergence period of *Auricularia auriculata* were shorter in this cultivation mode which were 19 d and 16 d, respectively, the appearance quality of *Auricularia auricula* fruiting body was the best in this cultivation mode (the fresh weight of single piece was the largest, the length and width of pieces were the highest), and the commodity grade was high. The yield was the highest in three-dimensional lifting bag cultivation, the total yield of single bag fresh yield and the average dry yield of single bag were the highest, which were 1 071.4 g and 85.3 g, respectively, which were 473.4 g and 26.9 g higher than those of open-air cultivation using plastic bags, respectively, with an increase rates of 79.2% and 46.1%, respectively. The yield increase was significant, and the yield distribution of fresh black fungus in each stubble was the best. To sum

收稿日期: 2023-04-25

基金项目: 陇原青年创新创业人才(团队)项目(111266609026)。

作者简介: 陈晓文(1983—), 男, 甘肃通渭人, 推广研究员, 硕士, 主要从事旱作农业技术推广与示范工作。Email: 406916378@qq.com。

通信作者: 张 蓉(1976—), 男, 甘肃通渭人, 正高级农艺师, 硕士, 主要从事旱作农业技术推广与示范工作。Email: zhangr1976@163.com。

up, three-dimensional lifting bag cultivation shows a good prospect of popularization and application in dry farming areas in central Gansu.

**Key words:** Cultivation mode; Photovoltaic greenhouse; *Auricularia auricula* (L.ex Hook.) Underw; Three-dimensional lifting bag cultivation; Yield; Nutritive value

黑木耳 [*Auricularia auricula* (L.ex Hook.) Underw] 又名黑菜, 因色泽呈褐色或黑褐色、形状像人的耳朵而被称为黑木耳<sup>[1-4]</sup>。黑木耳的驯化栽培起源于中国<sup>[5]</sup>, 是深受人民喜爱的食用菌类<sup>[6]</sup>, 其味道鲜美<sup>[7]</sup>、营养丰富, 可素可荤。张怀荣<sup>[8]</sup>研究表明, 黑木耳含铁量是芹菜的 20 倍、猪肝的 7 倍, 是一种非常好的天然补血食品; 其含钙量相当于鲫鱼的 7 倍。黑木耳富含多种人体必需氨基酸<sup>[9]</sup>, 是一种药食同源的优质原料<sup>[10]</sup>, 黑木耳还具有很好的保健功能<sup>[11]</sup>, 包括抗氧化<sup>[12]</sup>、降血脂和提高免疫力等药理及生理功能<sup>[13]</sup>。近年来, 黑木耳的营养成分研究主要集中在多糖方面, 但栽培模式对黑木耳营养品质和产量方面的研究却鲜有相关报道。因此, 为探讨不同栽培模式对黑木耳产量及营养品质的变化规律, 我们选择通渭县常家河镇福兴德农牧林专业合作社光伏基地栽培的黑木耳品种黑威 15 号为主要研究对象, 对其粗蛋白、粗纤维、总氨基酸等营养成分含量进行检测评价, 研究不同栽培模式对黑木耳产量及营养品质的变化规律, 以探索出最适宜当地自然环境的栽培模式, 为陇中旱作区黑木耳栽培提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验区概况

试验设在位于甘肃省定西市通渭县常家河镇福兴德农牧林专业合作社光伏基地(N 35° 21'、E 105° 24')进行, 试验区平均海拔 1 590 m, 属半干旱黄土高原西部丘陵区, 年平均气温 7.2 °C,  $\geq 10$  °C的积温为 1 823 °C, 无霜期 120~170 d, 气候干燥, 年降水量约 350 mm, 降水主要集中于 7—9 月, 7—9 月降水量约占全年降水量的 70%。年蒸发量达 1 700 mm, 是降水量的 4 倍多。试验区光照充足、通风良好、近水源、排水良好、地势平坦。试验用钢架大棚规格为长 30.0 m、宽 8.0 m, 拱间距为 1.0 m, 脊离地面高度为 2.7 m。钢架大棚均设有直径 25 cm 的圆形通风口, 出耳棚架离地面高度为 2.0~2.5 m, 棚架立柱之间距离为 2.0

m, 大棚吊袋杆之间间距 20~30 cm, 每棚菌棒为 10 000 袋。

### 1.2 供试材料

指示黑木耳品种为黑威 15 号, 由黑龙江省科学院微生物研究所提供。该菌种具有菌丝活力旺盛、抗旱、抗逆和抗杂力强等生物学特性, 具有耳片生长速度快、出耳整齐、耳片黑、肥大和单片等生长特性。

栽培菌袋选用材质均匀、耐低温、强柔韧性的聚乙烯菌袋, 规格为 15.0 cm × 37.0 cm, 每袋装料高 22.0 cm, 装料量为 1.25 kg 培养干料。培养料按硬杂木屑、麦麸、豆粉、石灰和石膏占总质量比例分别为 86.5%、10.0%、2.0%、0.5%、1.0% 配制, 含水量 600~650 g/kg, pH 7.3。

### 1.3 试验方法

试验于 2022 年 3—12 月在通渭县常家河镇福兴德农牧林专业合作社光伏基地进行。共设 3 个处理, 分别为处理 T1, 立体吊袋栽培: 塑料大棚内设置吊架, 出耳袋成串挂于吊架上出耳, 栽培密度 50 袋/m<sup>2</sup>; 处理 T2, 棚架层排栽培: 塑料大棚内搭建棚架, 制成分层式框架, 框架上放置菌袋栽培, 栽培密度 50 袋/m<sup>2</sup>; 处理 T3, 塑料袋地栽: 塑料大棚内大田整畦, 出耳袋摆放于畦上, 全光照间歇喷雾水出耳, 栽培密度 12 袋/m<sup>2</sup>。采用完全随机试验设计, 重复 3 次。100 个栽培菌袋为 1 小区。在菌株成熟期(菌丝完全生理成熟期)用刺孔器刺孔, 每刺孔数为 180~200 个。将刺孔菌袋按袋间距 2~3 cm 呈品字形排列于菌床上, 覆盖塑料膜和草帘保温、保湿, 进行催芽。当菌袋刺孔开孔处出现小黑点状耳芽时, 进行分床栽培。3 个处理的接种、上架时间均相同, 木耳场地环境和管理水平一致。

### 1.4 测定项目与测定方法

1.4.1 产量及农艺性状检测 定时观察菌丝生长情况, 记录各处理菌丝平均生长速度、菌丝颜色、满袋时间以及成品率。观察并记录各处理黑木耳发菌时间、转色时间、原基形成时间、出耳周期、

出芽率。采收时进行随机抽取调查，调查项目包括鲜耳质量、干耳质量、耳片形状、耳片颜色、干耳长、干耳宽、干耳厚度、木耳口感等。干耳长、干耳宽用直尺进行测量，干耳厚度用游标卡尺进行测量，不同处理每次分别随机选取 10 片木耳测量后取平均值。当黑木耳生长至性状成熟时进行采收，对每处理随机选择 10 袋采收和记录黑木耳鲜耳产量，待其自然风干后记录黑木耳干耳产量。

出芽率 = (同一个菌棒上出耳数/出耳孔数) × 100%

鲜干比 = 鲜耳质量/干耳质量。

1.4.2 营养成分分析 检测黑木耳总糖、粗纤维、粗脂肪、粗蛋白、灰分以及氨基酸等营养成分指标。粗蛋白含量参照凯氏定氮法测定<sup>[14]</sup>，粗脂肪含量参照 GB/T 15674—2009 测定<sup>[15]</sup>，粗纤维含量参照 GB/T 5009.10—2003 测定<sup>[16]</sup>，总糖含量参照 GB/T 15672—2009 测定<sup>[17]</sup>，灰分含量参照 GB/T 12532—2008 测定<sup>[18]</sup>，氨基酸含量参照 GB/T 5009.124—2003 茚三酮颜色反应法测定<sup>[19]</sup>。以上检测工作均由黑龙江省科学院微生物研究所完成。

### 1.5 数据统计与分析

采用 Microsoft Office Excel 2010 进行数据处理，用 SPSS 21.0 软件进行相关分析，采用 Duncan's 新复极差法进行差异显著性检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理的黑木耳菌丝生长情况

由表 1 可知，处理 T1 黑木耳平均生长速度最快，为 0.25 cm/d；处理 T2 次之，为 0.18 cm/d；处理 T3 平均生长速度最慢，为 0.14 cm/d。与处理 T3 相比，处理 T1、处理 T2 平均生长速度分别提高了 78.6%、28.6%，且 3 个处理间黑木耳平均生长速度均差异显著。处理 T1、处理 T2 成品率均为 98.3%，处理 T3 成品率略低。为 96.5%，较处理 T1、处理 T2 降低 1.8 个百分点。由此可见，立体

表 1 不同处理的黑木耳菌丝生长情况

处理	满袋时间 /d	平均生长速度 / (cm/d)	菌丝颜色	成品率 /%
T1	39	0.25 a	白色	98.3
T2	43	0.18 b	白色	98.3
T3	45	0.14 c	白色	96.5

吊袋栽培更能有效提高黑木耳生长速度，成品率也高。

### 2.2 不同处理的黑木耳农艺性状

由表 2 可知，处理 T1 出耳周期最短，为 16 d；处理 T2 次之，为 17 d；处理 T3 最长，为 18 d。处理 T1 的黑木耳原基形成时间最短，为 19 d；处理 T2、T3 的黑木耳原基形成时间相同，均为 20 d。与处理 T1 相比，处理 T2、T3 原基形成时间均增加 1 d。出芽率从高到低依次为处理 T1、处理 T2、处理 T3，处理 T1 较处理 T2、T3 分别提高了 3.93、7.52 个百分点，处理 T1 与处理 T2 差异不显著，与处理 T3 差异显著。3 个处理中以处理 T1 耳片性状最优，即长度最长，为 6.28 cm；宽度最宽，为 4.13 cm；厚度最厚，为 1.02 mm。其次为处理 T2，处理 T3 耳片性状最差。

表 2 不同处理的黑木耳农艺性状

处理	耳片性状			原基形成时间 /d	出耳周期 /d	出芽率 /%
	长度 /cm	宽度 /cm	厚度 /mm			
T1	6.28	4.13	1.02	19	16	82.35 a
T2	5.47	3.41	1.00	20	17	78.42 ab
T3	4.75	3.11	1.00	20	18	74.83 b

### 2.3 不同处理的黑木耳子实体营养成分

从表 3 可以看出，不同栽培模式下黑木耳的总糖、灰分、粗蛋白、粗纤维、可溶性糖、总氨基酸含量变化趋势一致，均以处理 T1 最高，处理 T2 次之，处理 T3 最低；粗脂肪含量变化趋势则是处理 T2 最高，处理 T1 次之，处理 T3 最低。处理 T1、T2 的总糖、粗蛋白、粗纤维、可溶性糖、总氨基酸含量均显著高于处理 T3。处理 T1、T2、T3 灰分含量分别为 63.6、58.8、46.6 g/kg，其中处理

表 3 不同处理的黑木耳子实体营养成分

处理	总糖含量 / (g/kg)	灰分含量 / (g/kg)	粗蛋白含量 / (g/kg)	粗纤维含量 / (g/kg)	粗脂肪含量 / (g/kg)	可溶性糖含量 / (g/kg)	总氨基酸含量 / (mg/kg)
T1	98.0 a	63.6 a	141.7 a	24.6 a	12.6 a	64.3 a	116.74 a
T2	84.7 a	58.8 ab	135.2 a	24.2 a	13.2 a	53.6 a	109.33 a
T3	66.7 b	46.6 b	104.0 b	14.6 b	11.4 a	38.2 b	100.73 b

T1 显著高于处理 T3 ( $P < 0.05$ ), 较处理 T3 增加 36.48%; 处理 T1 和处理 T2、处理 T2 和处理 T3 间差异均不显著 ( $P > 0.05$ )。处理 T1、T2、T3 粗脂肪含量分别为 12.6、13.2、11.4 g/kg, 各处理间差异均不显著 ( $P > 0.05$ )。处理 T1 和处理 T2 可溶性糖含量分别较处理 T3 提高了 68.32%、40.31%; 总氨基酸含量分别较处理 T3 提高了 15.89%、8.54%。处理 T1、T2、T3 黑木耳总糖含量分别为 98.0、84.7、66.7 g/kg, 其中处理 T1、处理 T2 均显著高于处理 T3 ( $P < 0.05$ ), 分别较处理 T3 增加 46.93%、26.99%; 处理 T1、处理 T2 之间差异不显著 ( $P > 0.05$ )。处理 T1、T2、T3 的黑木耳粗蛋白含量分别为 141.7、135.2、104.0 g/kg, 处理 T1、处理 T2 均显著高于处理 T3 ( $P < 0.05$ ), 分别较处理 T3 增加 36.25%、30.00%; 处理 T1、处理 T2 之间差异不显著 ( $P > 0.05$ )。处理 T1、T2、T3 黑木耳粗纤维含量分别为 24.6、24.2、14.6 g/kg, 处理 T1、处理 T2 均显著高于处理 T3 ( $P < 0.05$ ), 分别较处理 T3 增加 68.49%、65.75%; 处理 T1、处理 T2 之间差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

#### 2.4 黑木耳单袋产量及效益

由表 4 可知, 3 种栽培模式的黑木耳单袋干耳产量间存在明显差异, 平均单袋干耳产量由高到低依次为处理 T1、处理 T2、处理 T3。处理 T1 较处理 T3 平均单袋干耳产量增加 26.9 g, 平均干耳产量增幅为 46.06%, 处理 T2 较处理 T3 平均单袋干耳产量增加 13.9 g, 平均干耳产量增幅为 23.80%。3 种栽培模式下黑木耳单袋鲜干比间存在显著差异, 单袋鲜干比由高到低依次为处理 T1、处理 T2、处理 T3, 处理 T1 较处理 T2 单袋鲜干比增加了 3.63%, 处理 T1 较处理 T3 单袋鲜干比增加了 22.66%。成本以处理 T1 最高, 处理 T2 次之, 分别较处理 T3 单袋成本增加 0.13、0.05 元。效益以处理 T1 最高, 处理 T2 次之, 分别较处理 T3 单袋效益增加 2.02、1.06 元。

表 4 不同栽培模式单袋黑木耳产量及效益

处 理	平均单袋产量/g		鲜干比	成本 (元/袋)	产值 <sup>①</sup> (元/袋)	纯收益 (元/袋)
	鲜耳	干耳				
T1	1 071.4 a	85.3 a	12.56 a	3.00	6.82	3.82
T2	876.3 b	72.3 b	12.12 ab	2.92	5.78	2.86
T3	598.0 c	58.4 c	10.24 b	2.87	4.67	1.80

①黑木耳干耳价格为 80 元/kg。

#### 2.5 黑木耳各茬次鲜耳产量分布

由表 5 可知, 3 种栽培模式下黑木耳鲜耳产量均以第 3 茬单袋鲜耳产量最高, 第 2 茬次之, 第 1 茬最低, 且每茬鲜耳产量均分别呈先增后减趋势。处理 T1、处理 T2、处理 T3 第 1 茬单袋鲜耳产量分别为 200.2、184.4、126.5 g, 以处理 T3 占比最高, 为 21.2%; 第 2 茬单袋鲜耳产量分别为 298.4、250.1、140.2 g, 以处理 T2 占比最高, 为 28.5%; 第 3 茬单袋鲜耳产量分别为 306.5、260.7、179.2 g, 以处理 T3 占比最高, 为 30.0%; 第 4 茬单袋鲜耳产量分别为 266.3、181.1、152.1 g, 以处理 T3 占比最高, 为 25.4%。处理 T1、处理 T2、处理 T3 黑木耳单袋鲜耳总产量分别为 1 071.4、876.3、598.0 g, 处理 T1 较处理 T2、处理 T3 分别增加了 195.1、473.4 g, 增幅分别为 22.26%、79.16%; 处理 T2 较处理 T3 增加 278.3 g, 增幅为 46.54%。对黑木耳单袋鲜耳总产量进行方差分析的结果表明, 各处理间差异均达显著水平 ( $P < 0.05$ )。

### 3 讨论和结论

在木耳的栽培过程中, 光照、温度、水分、氧气等环境因素、人为管理因素以及栽培技术的成熟程度对黑木耳产量和商品性状的影响非常大<sup>[10, 20-21]</sup>。本研究表明, 在供试的 3 种不同的栽培模式中, 以立体吊袋栽培最佳, 该栽培模式下黑木耳的平均生长速度、原基形成时间、出耳周期、营养成分和产量等各项指标优于其他处理。立体吊袋栽培生产时, 黑木耳平均生长速度最快, 为 0.25 cm/d; 成品率高, 为 98.5%; 黑木耳原基

表 5 不同栽培模式黑木耳各茬次单袋鲜耳产量

处理	第 1 茬		第 2 茬		第 3 茬		第 4 茬		总产量 /g
	产量 /g	占比 /%	产量 /g	占比 /%	产量 /g	占比 /%	产量 /g	占比 /%	
T1	200.2	18.7	298.4	27.9	306.5	28.6	266.3	24.9	1 071.4 a
T2	184.4	21.0	250.1	28.5	260.7	29.8	181.1	20.7	876.3 b
T3	126.5	21.2	140.2	23.4	179.2	30.0	152.1	25.4	598.0 c

形成时间和出耳周期短, 分别为 19、16 d; 产量最高, 单袋鲜耳总产量和单袋平均干耳产量均最高, 分别为 1 071.4、85.3 g, 分别较塑料袋地栽增加了 473.4、26.9 g, 增幅为 79.2%、46.1%, 增产差异达显著水平( $P < 0.05$ ), 且各茬次鲜耳产量分布最佳, 由此可见, 立体吊袋栽培具有显著的增产效果。同时, 立体吊袋栽培的黑木耳子实体外观品质最优(单耳鲜重最大, 耳片的长度和宽度最高), 生产的黑木耳商品等级高, 市场认可度高。通过分析 3 种栽培模式生产的黑木耳营养成分发现, 立体吊袋栽培的黑木耳总糖、灰分、粗蛋白、粗纤维、可溶性糖、总氨基酸等营养成分含量较塑料袋地栽分别提升了 46.93%、36.48%、36.25%、68.49%、68.32%、15.89%, 差异达显著水平( $P < 0.05$ )。可见, 在陇中旱作区采用立体吊袋栽培模式生产黑木耳, 不仅能够协调黑木耳全生育期内的光照、温度、水分、营养品质供给, 而且可以优化菌袋的空间结构和营养品质环境对黑木耳生长的协同作用, 在一定程度上缓解黑木耳子实体后期对营养品质的需求, 提高营养成分的累积, 从而有利于黑木耳产量的提高。综合考虑光照、温度、水分等因素认为, 立体吊袋栽培模式对提高黑木耳产量和提升子实体营养成分具有显著优势, 在陇中旱作区有良好的推广应用价值。

#### 参考文献:

- [1] 高峰. 袋栽黑木耳栽培技术[J]. 中国林副特产, 2020(1): 52-53.
- [2] 钟鄂蓉, 宋兆华. 黑木耳栽培专家系统的构建与功能[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2002(1): 92-95.
- [3] 王爱仙, 肖淑霞, 巫仁高, 等. 袋栽黑木耳新品种引进对比试验[J]. 中国食用菌, 2018, 37(4): 17-21.
- [4] 张海峰, 倪淑君, 李景荣. 不同配方袋栽黑木耳试验研究[J]. 西北园艺(蔬菜), 2014(2): 27-28.
- [5] 王庆武, 崔晓, 颜丽美, 等. 黑木耳两种栽培模式比较试验[J]. 食用菌, 2023, 45(2): 32-33; 42.
- [6] 王秀伟, 郭成义. 辽西地区黑木耳吊袋式栽培技术[J]. 农业科技通讯, 2023(1): 224-226.
- [7] 周小华, 徐立军, 申屠兰欣, 等. 南方短包栽培黑木耳优质高效关键技术研究[J]. 中国食用菌, 2022, 41(12): 83-88.
- [8] 张怀荣. 袋栽黑木耳高产技术[J]. 食用菌, 2001(5): 27-28.
- [9] 刘姿彤, 钱华, 王延锋, 等. 不同硒含量基质对黑木耳生物学性状及营养成分的影响[J]. 中国食用菌, 2022, 41(11): 47-51.
- [10] 潘春磊, 王延锋, 史磊, 等. 不同栽培基质对黑木耳产量和营养成分的影响[J]. 中国食用菌, 2021, 40(10): 45-48.
- [11] 李红, 张敏. 不同培养料栽培黑木耳子实体的主要营养成分分析[J]. 中国食用菌, 2021, 40(4): 68-74.
- [12] 刘文贺, 苏玲, 王琦. 不同产区黑木耳中营养成分比较分析[J]. 北方园艺, 2020(5): 121-128.
- [13] 张燕燕, 刘新春, 王雪, 等. 黑木耳营养成分及生物活性研究进展[J]. 南方农业, 2018, 12(29): 130-134.
- [14] 农业部食用菌产品质量监督检验测试中心(上海), 上海市农业科学院食用菌研究所, 上海市农业科学院农产品质量标准与检测技术研究所, 等. 食用菌中粗蛋白含量的测定: GB/T 15673—2009[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [15] 农业部食用菌产品质量监督检验测试中心(上海), 上海市农业科学院食用菌研究所, 上海市农业科学院农产品质量标准与检测技术研究所, 等. 食用菌中粗脂肪含量的测定: GB/T 15674—2009[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [16] 卫生部食品卫生监督检验所. 植物类食品中粗纤维含量的测定: GB/T 5009.10—2003[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [17] 农业部食用菌产品质量监督检验测试中心(上海), 上海市农业科学院食用菌研究所, 上海市农业科学院农产品质量标准与检测技术研究所, 等. 食用菌中总糖含量的测定: GB/T 15672—2009[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [18] 中华全国供销合作总社昆明食用菌研究所. 食用菌灰分的测定: GB/T 12532—2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [19] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所. 食品中氨基酸的测定: GB/T 5009.124—2003[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [20] 王旭彤, 邹莉, 孙婷婷, 等. 不同沙棘栽培基质对黑木耳产量和营养成分的影响[J]. 食品科技, 2017, 42(12): 107-111.
- [21] 么宏伟. 不同替代料及栽培模式下黑木耳品质综合评价[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2017.