

茶树菇菌渣作底肥对冬小麦生长发育和经济效益的影响

张书良, 刘彩云, 张洪勇, 朱金英 (德州市农业科学研究院, 山东德州 253015)

摘要 为探讨茶树菇菌渣肥料化利用的可行性, 以不同比例茶树菇菌渣与普通化肥(N:P₂O₅:K₂O=15:15:15)作底肥, 研究了不同处理对冬小麦生长发育、产量和经济效益的影响。结果表明, 与传统单施化肥处理相比较, 增施9 000和12 000 kg/hm²菌渣肥处理能显著提高冬小麦根重、群体数量、干物质积累、穗粒数和产量; 增施6 000、9 000和12 000 kg/hm²菌渣肥处理能显著提高冬小麦的植被覆盖指数和千粒重; 施9 000 kg/hm²菌渣肥配合600 kg/hm²普通化肥处理的经济效益最优。

关键词 茶树菇菌渣肥; 冬小麦; 生长发育; 产量; 效益

中图分类号 S512.1⁺1 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)22-0018-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.22.006

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Effects of *Agrocybe cylindracea* Residues as Base Fertilizer on Growth, Development and Economic Benefit of Winter Wheat

ZHANG Shu-liang, LIU Cai-yun, ZHANG Hong-yong et al (Dezhou Academy of Agricultural Sciences, Dezhou, Shandong 253015)

Abstract In order to explore the feasibility of using the *Agrocybe cylindracea* residues as fertilizer, we used different proportions of *Agrocybe cylindracea* residues and chemical fertilizer (N:P₂O₅:K₂O=15:15:15) as the base fertilizer for winter wheat cultivation. The growth, development and yield of winter wheat were measured, and the economic benefits of different treatments were analyzed. The results showed that compared with the traditional application of chemical fertilizer, the application of 9 000 and 12 000 kg/hm² *Agrocybe cylindracea* residues could significantly increase the root weight, population size, dry matter accumulation, grain number per spike and final yield of winter wheat; the application of 6 000, 9 000 and 12 000 kg/hm² *Agrocybe cylindracea* residues could significantly increase the vegetation coverage index and thousand-grain weight of winter wheat; the application of 9 000 kg/hm² *Agrocybe cylindracea* residues combined with 600 kg/hm² chemical fertilizer had the best economic benefit.

Key words *Agrocybe cylindracea* residues; Winter wheat; Growth and development; Yield; Economic benefit

菌渣是栽培食用菌后产生的废弃副产品, 含有丰富的木质素、纤维素、菌丝体残体蛋白和矿物质^[1]。马征等^[2]对菌渣的肥料化利用, 结果显示金针菇菌渣有机肥可替代化肥在棉花上做基肥施用, 施用3 000 kg/hm²菌渣有机肥和187.5 kg/hm²复合肥(15-15-15)处理最佳, 效益提高9.6%。聂胜委等^[3]研究认为, 菌渣与牛粪配合施用量6 000和9 000 kg/hm²对小麦有明显的增产效果。董雪梅等^[4]研究了黑木耳菌渣有机肥与化肥配合施用, 结果显示在施用量为2 500 kg/hm², 化肥用量减少50%情况下, 玉米产量及农艺性状表现较好。徐江兵等^[5]研究了温室盆栽茶树菇菌糠施入量对青菜的影响, 结果表明, 施入菌糠为盆栽土壤质量的1.6%以上时, 青菜产量、株高、叶绿素含量及维生素C含量均显著增加。郑宁等^[6]研究认为, 菌渣与化肥配施能提高水稻产量。据中国食用菌协会统计, 2017年全国食用菌产量为3 712万t, 其中茶树菇产量接近90万t^[7], 按生物学转化率平均70%计算, 至少可产生茶树菇菌渣114万t。为深入研究菌渣肥的合理施用, 笔者茶树菇菌渣肥与化肥配施对冬小麦生长发育及产量的影响进行了研究, 以期茶树菇菌渣肥料化利用提供理论和技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验在德州市农科院试验示范基地进行, 地块为壤土, 排灌方便, 0~20 cm土壤耕层有机质12.5 g/kg, 全氮0.85 g/kg, 有效磷36.25 mg/kg, 速效钾99.02 mg/kg,

pH 7.8。

1.2 试验材料 供试小麦品种为济麦22。供试菌渣肥为发酵茶树菇菌渣肥料, 由夏津县同兴号茶树菇种植基地提供; 化肥为氮磷钾(N:P₂O₅:K₂O)比例为15-15-15的复合肥。

1.3 试验设计

1.3.1 盆栽试验。盆栽试验设5个处理, 3次重复。各处理分别种植在上口直径20 cm, 下底直径12 cm, 高14 cm的塑料盆中, 按比例混合试验肥料, 每盆种植7粒, 留苗5株, 每个处理种植12盆, 挖坑埋在试验田中, 管理同大田。分别于2月31日返青期, 4月10日拔节期, 5月7日开花期, 6月10日成熟期脱掉塑料盆, 在水中冲去土壤, 烘干至恒重后称重, 获得根系干重。

1.3.2 大田试验。试验随机区组排列, 3次重复, 每个小区面积长4.5 m, 宽8.0 m, 面积36 m²。共设5个处理: 处理①为不施菌渣肥, 施复合肥600 kg/hm²(N:P:K=15:15:15, 下同); 处理②为施菌渣肥3 000 kg/hm²、复合肥600 kg/hm²; 处理③为施菌渣肥6 000 kg/hm²、复合肥600 kg/hm²; 处理④为施菌渣肥9 000 kg/hm²、复合肥600 kg/hm²; 处理⑤为施菌渣肥12 000 kg/hm²、复合肥600 kg/hm²。

将上述复配肥料做底肥, 在小麦播种前土壤墒情适宜的情况下, 将腐熟好的菌渣肥和复合肥均匀撒入试验田进行旋耕, 整地后播种。翌年小麦起身拔节期结合浇地施尿素150 kg/hm²。其他管理措施相同。

1.4 指标测定

1.4.1 小麦群体的测定。于小麦返青期、拔节期、开花期、成熟期分别测量每个处理1 m 双行茎蘖数, 折算出群体数量, 重复3次。

基金项目 山东省2017年度农业重大应用技术创新项目(茶树菇设施高产高效关键技术创新与集成示范); 山东省食用菌产业技术体系建设项目(SDAIT-07-16)。

作者简介 张书良(1964—), 男, 山东德州人, 高级农艺师, 从事食用菌及作物栽培研究。

收稿日期 2019-05-15

1.4.2 小麦干物质重的测定。小麦返青期、拔节期、开花期和成熟期每个处理分别取连续 15 株茎蘖,剪除根系后在 105~107 ℃烘箱中杀青 30 min,然后在 60~70 ℃烘干至恒重,称重并折算出地上干物质质量,共 3 次重复。

1.4.3 小麦植被指数的测定。采用 CGMD402(南京农业大学国家信息农业工程技术中心研制)作物生长检测诊断仪测定小麦植被指数 NDVI(normalized difference vegetation index)。测量时仪器距离小麦冠层 60 cm,测量时间为 10:00—11:00,每个处理测量 3 次重复。

1.4.4 产量及构成要素的测定。每个小区中收获实打 3 m² 的小麦产量,计算公顷产量。随机抽取 10 株麦穗测定穗粒数;在小麦籽粒晒至恒重时随机抽取 1 000 粒称重,获得千粒重。每个处理进行 3 次重复。

1.5 数据处理 采用 DPS 处理软件(Version 7.05)进行数据统计和分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对冬小麦根系的影响 从表 1 可以看出,随着小麦生育进程的推进,冬小麦根重不断增加,且处理之间的差异随生育进程逐渐增大。返青期各处理根重以处理⑤最高,为 0.95 g/株,但处理⑤、④、③之间差异不显著。小麦拔节期—成熟期各处理根重由高到低依次为处理⑤、处理④、处理③、处理②、处理①。除处理④和⑤差异不显著外,各处理间差异达显著水平,说明茶树菇菌渣施入量对小麦根系有显著影响,小麦根重随菌渣用量的增加而增加。

表 1 不同处理对冬小麦根干重的影响

Table 1 Effects of different treatments on root dry weight of winter wheat g/株

处理编号 Treatment code	返青期 Returning green period	拔节期 Jointing stage	开花期 Flowering stage	成熟期 Mature stage
①(CK)	0.86 c	1.37 d	3.02 d	3.46 d
②	0.90 bc	1.57 c	3.78 c	3.96 c
③	0.93 ab	1.82 b	4.16 b	4.58 b
④	0.94 ab	1.93 ab	4.41 ab	4.88 ab
⑤	0.95 a	1.95 a	4.52 a	4.91 a

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

2.2 不同处理对冬小麦群体的影响 从表 2 可以看出,随着小麦生育进程的推进,小麦群体变化呈抛物线型,从返青期到拔节期增加迅速,拔节期达到高峰,随后下降。处理⑤、④的群体数量在小麦各个时期都较高,其中返青期和开花期均显著高于处理③、②、①;小麦拔节期和成熟期时处理⑤、④、③群体数量高于处理②和①;处理⑤和④二者之间差异不显著;处理①的群体数量最低。随着菌渣肥施入量的增加,小麦群体增加趋势明显。各处理群体从大到小顺序依次为处理⑤>处理④>处理③>处理②>处理①,说明增施菌渣肥对小麦群体有显著的促进作用。

2.3 不同处理对冬小麦干物质的影响 从表 3 可以看出,处理⑤、④和③在小麦返青期干物质积累高于处理①和②,差

异不显著;从小麦拔节到成熟期,处理④和⑤干物质质量始终最高,二者差异不显著,但显著高于处理①、②和③,表明增施菌渣肥有利于小麦干物质积累的提高。

表 2 不同处理对冬小麦群体的影响

Table 2 Effects of different treatments on the population of winter wheat 万株/hm²

处理编号 Treatment code	返青期 Returning green period	拔节期 Jointing stage	开花期 Flowering stage	成熟期 Mature stage
①(CK)	332.85 c	765.30 c	513.75 c	499.80 c
②	334.65 c	771.90 bc	544.80 c	526.95 b
③	339.75 b	788.40 ab	577.20 b	556.80 a
④	344.20 a	796.20 a	592.80 ab	576.90 a
⑤	345.15 a	799.20 a	604.50 a	578.70 a

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

表 3 不同处理对冬小麦干物质质量的影响

Table 3 Effects of different treatments on the dry matter amount of winter wheat kg/hm²

处理编号 Treatment code	返青期 Returning green period	拔节期 Jointing stage	开花期 Flowering stage	成熟期 Mature stage
①(CK)	685.5 c	2 383.5 d	8 997.0 d	15 969.0 c
②	687.0 bc	2 793.0 c	9 301.5 c	16 839.0 b
③	690.0 abc	3 130.5 b	10 929.0 b	17 202.0 b
④	693.0 ab	3 309.0 ab	11 272.5 a	18 342.0 a
⑤	694.5 a	3 423.0 a	11 347.5 a	18 453.0 a

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

2.4 不同处理对冬小麦植被指数(NDVI)的影响 由表 4 可知,随着小麦生育期的推进,NDVI 值也呈现小—大—小的抛物线趋势,开花期 NDVI 值最大。返青期各处理差异不大,平均值为 0.31;从小麦拔节期到成熟期处理③、④和⑤的植被指数显著高于处理①和②,表明处理③、④、⑤长势茂盛,但处理①和②植被指数较低,说明生长一般。此外,成熟期处理④、⑤与处理①植被指数差距比之前大,说明小麦后期失绿较慢,光合作用降低缓慢。

表 4 不同处理对冬小麦植被指数(NDVI)的影响

Table 4 Effects of different treatments on the NDVI of winter wheat

处理编号 Treatment code	返青期 Returning green period	拔节期 Jointing stage	开花期 Flowering stage	成熟期 Mature stage
①(CK)	0.31 a	0.38 b	0.42 b	0.18 b
②	0.31 a	0.38 b	0.43 b	0.19 b
③	0.31 a	0.39 ab	0.45 a	0.22 a
④	0.31 a	0.40 a	0.46 a	0.23 a
⑤	0.31 a	0.40 a	0.46 a	0.23 a

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

2.5 不同处理对冬小麦产量的影响 由表 5 可知,处理④和⑤的产量差异不显著,显著高于处理③、②、①,差异达显著

水平;处理③产量明显高于处理①和②,差异显著;处理①产量最低。小麦产量由高到低的排序为处理⑤、处理④、处理③、处理②处理①,说明处理④和⑤对小麦产量提高影响最大。

处理④和⑤的穗粒数明显高于处理③、②、①,差异达显著水平,处理③穗粒数显著高于处理②和①,处理②和①无差异;处理⑤和④的千粒重显著高于处理②和①,但与处理③之间差异不显著;处理③的千粒重显著高于处理①,达显著水平;处理①和②千粒重差异不显著,说明处理④和⑤对穗粒数的形成影响最大,处理③、④和处理⑤对小麦千粒重的形成影响最大。

2.6 不同处理对冬小麦经济效益的影响 表6中茶树菇菌渣肥0.2元/kg;复合肥(15-15-15)2.2元/kg;其他投入包括人工2400元/hm²、机械2475元/hm²、种子825元/hm²、浇地1500元/hm²、农药450元/hm²等。由表6可知,处理④的经济效益最高,为8767.35元/hm²,明显高于其他处理;其

次是处理③,经济效益为8618.70元/hm²,处理①最低,为7503.75元/hm²。各处理经济效益由高到低依次为处理④、处理③、处理⑤、处理②、处理①。

表5 不同处理对冬小麦产量及其构成因素的影响

Table 5 Effects of different treatments on the yield component factors of winter wheat

处理编号 Treatment code	穗粒数 Seeds per ear//个	千粒重 1 000 grain weight//g	产量 Yield kg/hm ²	比对照增加 Increase compared with CK//%
①(CK)	34.01 c	44.33 c	7 162.5 d	—
②	34.02 c	45.06 bc	7 728.0 c	7.9
③	34.05 b	46.14 ab	8 169.0 b	14.1
④	34.07 a	46.47 a	8 494.5 a	18.6
⑤	34.07 a	46.56 a	8 553.0 a	19.4

注:同列不同小写字母表示在0.05水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

表6 不同处理对小麦经济效益的影响

Table 6 Effects of different treatments on the economic benefits of winter wheat

处理编号 Treatment code	投入 Input//元/hm ²			产出 Output		效益 Benefit 元/hm ²	比对照增加 Increase compared with CK//%
	菌渣 Mushroom dreg	复合肥 Compound fertilizer	其他投入 Other input	产量 Yield kg/hm ²	单价 Average price//元/kg		
①(CK)	0	1 320	7 650	7 162.5	2.3	7 503.75	—
②	600	1 320	7 650	7 728.0	2.3	8 204.40	9.3
③	1 200	1 320	7 650	8 169.0	2.3	8 618.70	14.9
④	1 800	1 320	7 650	8 494.5	2.3	8 767.35	16.8
⑤	2 400	1 320	7 650	8 553.0	2.3	8 301.90	10.6

3 讨论

化肥在农业生产中施用量的增多导致土壤板结、增产乏力、农作物品质下降等现象,而解决这种现状的途径就是增施有机肥料。茶树菇菌渣肥作为一种廉价的有机肥料,对冬小麦的生长发育和产量等有促进作用。利用茶树菇菌渣的肥料化既消除了菌渣随意丢弃造成的环境污染,又为农业生产用地养地产量开辟了一条途径。

小麦根系是吸收养分和水分的主要器官,根系的多少(重量)对小麦生长发育和产量都有重要影响。张向前等^[8]研究认为,就改善小麦根系状况总根长、总根表面积、总根体积、总根尖数、根干重而言,长期有机肥与化肥配施的效果优于长期单施化肥和有有机肥料。李絮花等^[9]研究表明,与施用化肥相比,有机肥可使小麦根系总鲜重明显增加。该研究结果显示,小麦返青期、拔节期、开花期、成熟期茶树菇菌渣肥和化肥配施的小麦根系干重显著高于单施化肥的小麦处理。

小麦群体大小、干物质积累、穗粒数、千粒重与小麦产量的形成密切相关。该研究结果显示,与菌渣肥和化肥(NPK)配施相比,茶树菇单施化肥(NPK)能够明显促进小麦群体发育,增加干物质的积累,提高穗粒数和千粒重,显著提高小麦产量。

近年来,随着遥感技术的发展,利用遥感信息获取植被指数、定性和定量评价植被覆盖及其生长力的方法已被广泛

应用^[10]。在农作物长势长相预报和精准施肥方面进行了运用,小麦冠层反射光谱数据对农学参数的相应特征可以用来预测小麦长势,检测其光合能力与氮素营养状况,以及评估其产量变化^[11]。NDVI归一化植被指数又称标准化植被指数,是检测小麦生长状况的一个指标。采用NDVI值检测分析茶树菇菌渣肥不同施用量对小麦长势长相的影响,结果显示不同施用量的菌渣肥对小麦长势的影响不同。除返青期外,小麦冠层NDVI值随着菌渣肥施用量的增加而增加,其中施菌渣肥6000、9000、12000 kg/hm²的小麦长势最优。

4 结论

施9000和12000 kg/hm²茶树菇菌渣肥能显著增加冬小麦根重、群体数量、干物质积累、穗粒数和产量;施6000、9000、12000 kg/hm²茶树菇菌渣肥能显著提高冬小麦植被覆盖指数和千粒重。

农业生产的目的是追求最大效益。就经济效益来看,9000 kg/hm²菌渣肥与化肥配施的效益最高;就生态效益来看,茶树菇生产利用了农业废弃物,生产后的菌渣就地还田,形成了高效循环农业。

参考文献

[1] 罗小芳,栗海波,孙银为,等.食用菌菌糠综合开发利用现状[J].生物加工过程,2017,15(4):77-81.

(下转第46页)

哈尔克他乌山、那拉提山等南天山支脉。中部自西向东分布着铁木里客山、乌孙山、伊什基里克山及阿吾拉勒等山脉。基岩山区面积占整个研究区面积的70%，区内褶皱、断裂、节理、裂隙较发育，为地下水的分布、赋存和运移提供了良好的条件。区内丰富的降水和分布于山区丘陵的冰雪融水为地下水的补给提供了来源。大部分在强烈侵蚀切割的沟谷中以下降泉的形式出露，汇入地表径流。其中一部分在地表迳流过程中再次渗入和排泄，几经反复后仍转变为地表径流；另一部分则在地下潜流，通过沟谷中的松散堆积物或基岩断裂破碎带等，以侧向潜流的方式排泄于平原中。

(1) 科古琴山—婆罗科努山—依连哈比尕山地下水系统(Ⅱ₁)。分布于北界山区，断裂和褶皱基本控制了地下水的赋存和分布规律。当含水层被侵蚀切割破坏后，多有泉水出露。尤其在沟谷低洼区，泉水出露较多，起着排泄地下水的作用。主要以基岩裂隙水、碎屑岩裂隙孔隙水、碳酸盐岩类裂隙岩溶水为主，在沟谷低洼处，多有泉水出露。在3 000 m以上发育高山冻结层水。

(2) 阿吾拉勒山地下水系统(Ⅱ₂)。分布在喀什河和巩乃斯河谷之间，为河间地块隆起区。以脆性岩层为主，构造控水作用明显，在强烈的构造作用下，广泛分布基岩裂隙水，在构造复合部位发育构造富水带；在铁木里—乌兰达板断陷盆地中，有松散岩类孔隙潜水和承压水分布。

(3) 伊什基里克山—那拉提山地下水系统(Ⅱ₃)。呈东西向横亘于伊犁—巩乃斯谷底和昭苏—特克斯盆地之间，山区构造作用强烈，构造发育，岩层破碎，赋存较丰富的层状岩类裂隙水和碎屑岩、碳酸盐岩类裂隙水。此外，在火成岩分布区，还贮存有块状岩类裂隙水。

(4) 哈尔克山地下水系统(Ⅱ₄)。位于研究区最南部的哈尔克山北坡，区内断裂发育，在向斜构造和背斜轴部赋存较丰富的基岩裂隙水。

3 结论

(1) 该研究以地下水系统理论为指导，以伊犁河谷地下水系统为研究对象，在全面分析研究区地形地貌、地质、水文地质条件基础上，依据地下水系统划分原则，将伊犁河谷地下水系统划分为2个一级地下水系统，7个二级地下水系统。并对一级、二级地下水系统特征进行了初步总结。

(2) 研究区受新构造运动的影响，河谷区大多为新生代断陷盆地，第四系沉积厚度大，以松散岩类孔隙潜水为主，局部地区分布承压水，河谷区是地下水的排泄区。基岩山区褶

皱、断裂、节理、裂隙较发育，构造控水作用十分明显，基岩山区内丰富的降水和冰雪融水为地下水的补给提供了重要来源，是地下水的主要形成区与径流区。

(3) 研究区水文地质调查程度较浅，本文是首次对伊犁河谷进行地下水系统划分，伊犁河谷地下水系统划分对正确评价和合理开发利用研究区地下水资源具有重要作用，对我国西北干旱—半干旱地区地下水系统研究具有实际参考价值和借鉴意义^[20]。

参考文献

- [1] 陈梦熊, 马凤山. 中国地下水资源与环境[M]. 北京: 地震出版社, 2002: 385-417.
- [2] 曹剑锋, 冷雪艳, 王福刚, 等. 河南境内黄河流域地下水系统划分与系统分析[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2002, 32(3): 251-254.
- [3] 张人权. 水文地质学发展的若干趋向[J]. 水文地质工程地质, 1987(2): 1-2.
- [4] 国家技术监督局. 水文地质术语: GB/T 14157—93[S]. 北京: 中国标准出版社, 1993: 8.
- [5] 王占和, 谏天德, 于德胜, 等. 塔里木盆地地下水系统划分[J]. 新疆地质, 2004, 22(3): 262-264.
- [6] TÓTH J. Cross-formational gravity-flow of groundwater: A mechanism of the transport and accumulation of petroleum (The generalized hydraulic theory of petroleum migration) [C]//ROBERTS W H I, CORDELL R J. Problems of petroleum migration. Tulsa, Oklahoma, USA: The American Association of Petroleum Geologists, 1980: 121-167.
- [7] TÓTH J. Groundwater as a geological agent: An overview of the cause, process, and manifestations [J]. Hydrogeology journal, 1999, 7(1): 1-14.
- [8] 侯光才, 张茂省, 刘方, 等. 鄂尔多斯盆地地下水勘查研究[M]. 北京: 地质出版社, 2008: 46-51.
- [9] 侯光才, 林学钰, 苏小四, 等. 鄂尔多斯白垩系盆地地下水系统研究[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2006, 36(3): 391-398.
- [10] 杨会峰, 王贵玲, 张翼龙. 中国北方地下水系统划分方案研究[J]. 地学前缘, 2014, 21(4): 74-82.
- [11] 邵杰. 新疆伊犁—巩乃斯河谷地下水循环演化规律研究[D]. 西安: 长安大学, 2015: 25-28.
- [12] 伊犁地区水利电力勘测设计院. 新疆伊犁地区地下水资源[R]. 伊犁: 伊犁地区水利电力勘测设计院, 1990: 36-41.
- [13] 邵杰, 李瑛, 井晶晶, 等. 新疆霍城县水环境同位素特征及其指示作用[J]. 干旱区资源与环境, 2017, 31(1): 167-172.
- [14] 邵杰, 李瑛, 侯光才, 等. 新疆伊犁河谷地下水水化学特征及其形成作用[J]. 干旱区资源与环境, 2017, 31(4): 99-105.
- [15] 邵杰, 李瑛, 王文科, 等. 水化学在新疆伊犁河谷地下水循环中的指示作用[J]. 水文地质工程地质, 2016, 43(4): 30-35.
- [16] 邵杰, 李瑛, 侯光才, 等. 新疆伊犁河谷地下水循环演化特征[J]. 干旱区研究, 2017, 34(1): 20-25.
- [17] 王大纯, 张人权. 水文地质学基础[M]. 北京: 地质出版社, 1995: 6-8.
- [18] 张俊, 赵振宏, 尹立河, 等. 鄂尔多斯盆地内蒙能源基地地下水系统划分方法[J]. 工程勘察, 2011, 39(1): 57-63.
- [19] 高轮船. 新疆伊犁河谷地下水污染与防污性能研究[D]. 西安: 长安大学, 2015: 23-25.
- [20] 李崇博, 褚宏宽, 宋玉, 等. 哈密盆地地下水系统划分及特征研究[J]. 新疆地质, 2016, 34(1): 139-143.
- [21] 郑宁, 马嘉伟, 王旭东, 等. 菌渣与化肥配施对水稻剑叶光合性能和产量的影响[J]. 浙江农业学报, 2013, 25(3): 603-608.
- [22] 中国食用菌协会. 2017年度全国食用菌统计调查结果分析[R]. 2018.
- [23] 张向前, 曹承富, 陈欢, 等. 长期定位施肥对砂姜黑土小麦根系性状和根冠比的影响[J]. 麦类作物学报, 2017, 37(3): 382-389.
- [24] 李絮花, 杨守祥, 于振文, 等. 有机肥对小麦根系生长及根系衰老进程的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2015, 11(4): 467-472.
- [25] 毛学森, 张永强, 沈彦俊. 冬小麦植被指数变化及其影响因子初探[J]. 中国生态农业学报, 2003, 11(2): 35-36.
- [26] 李娜. 基于高光谱遥感的小麦农学参数及籽粒蛋白质含量监测模型构建[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2017.

(上接第20页)

- [2] 马征, 魏建林, 张柏松, 等. 金针菇菌渣有机肥对棉花产量及经济效益影响[J]. 中国食用菌, 2014, 33(2): 38-40.
- [3] 聂胜委, 李向东, 张玉亭, 等. 不同菌渣肥施用量对小麦产量及其构成因素的影响[J]. 河南农业科学, 2015, 44(6): 76-80.
- [4] 董雪梅, 王延峰, 史磊, 等. 黑木耳菌渣有机肥栽培玉米的应用[J]. 中国林副特产, 2016(6): 4-6.
- [5] 徐江兵, 林先贵, 王小明, 等. 施用茶树菇菌糠对青菜生长及土壤生物学活性的影响[C]//第八届全国环保肥料(农药)新技术、新产品交流会论文集. 北京: 中国腐殖酸工业协会, 2009: 123-126.