

Study on Mitigation Measure of Continuous Cropping Obstacles on *Pinellia ternata* (Thunb) Breit with Different Treatments

Wenjin Jin

Gansu Polytechnic College, Tianshui Ganshu
Email: jinwenjin06@163.com

Received: Jul. 30th, 2019; accepted: Aug. 14th, 2019; published: Aug. 21st, 2019

Abstract

In order to alleviate or overcome obstacles of continuous cropping in *Pinellia ternata* planting, taking mono-cropping as a control, *P. ternata* was interplanted with germy ryegrass and its seed extract solution was used to irrigate the soil of *P. ternata*, whose effects on soil microflora, the growth and morbidity were to analysis the feasibility of dual effects of allelopathy and endophytic fungal stress resistance of grasses for mitigation of continuous cropping obstacles. The results showed that *P. ternata* interplanted with germy ryegrass and its seed extract solution significantly reduced soil mould colony forming units (CFU) and urease, but increased bacterium (CFU), actinomycetes (CFU) and microbial diversity. The content of catalase and phosphatase increased after intertreatment. Irrigation treatment was related to concentration, which decreased at 50 mg/L and increased at 80 mg/L. Compared with the control group, both the two treatments can reduce the incidence of tuber rot and increase the reproduction coefficient of *Pinellia ternata*. The effect of irrigation treatment on the growth of the overground part of pinellia ternata is related to the concentration. 50 mg/ml extraction solution can inhibit the growth of the overground part of *Pinellia ternata* to varying degrees while 80 mg/ml extraction solution can promote the growth of *Pinellia ternata*. The results showed that intercropping with ryegrass and watering with certain concentration of seed extract solution could increase the yield of *Pinellia ternata*.

Keywords

Pinellia ternata, Continuous Cropping Obstacle, Intercropping, Endophytic Fungi, Mitigation

不同处理方式对半夏连作障碍的缓解初探

金文进

甘肃工业职业技术学院, 甘肃 天水
Email: jinwenjin06@163.com

摘要

为缓解半夏连作障碍问题，以半夏单作为对照，研究了“连作半夏与带菌黑麦草间作及用其种子浸提液浇灌半夏土壤”对连作半夏(*Pinellia ternata* (Thunb.) Breit.)微生物区系、生长量及发病率的影响，以探讨利用禾草化感作用及其内生真菌抗逆性双重作用缓解连作障碍的可行性。结果表明，与单作对照相比，半夏与带菌禾草间作和浇灌其种子浸提液均能够使土壤中细菌、放线菌、微生物总数和B/F有所上升，真菌数量和土壤脲酶有所下降，过氧化氢酶含量和磷酸酶含量间作处理升高，而浇灌处理与浓度有关，50 mg/L时下降，80 mg/L时升高；与对照相比，两种处理均能降低块茎腐烂病的发病率，提高半夏繁殖系数，浇灌处理对半夏地上部生长作用与浓度有关，50 mg/ml的浸提液对半夏地上部生长产生不同程度的抑制作用，80 mg/ml浸提液对半夏生长均有促进作用。这表明带菌黑麦草间作和浇灌一定浓度的种子浸提液具有协同提高连作半夏产量的作用。

关键词

半夏，连作障碍，间作，内生真菌，缓解措施

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

土壤微生物区系与周围植被组成关系密切，间作、轮作或套种是克服作物连作障碍的有效和根本途径[1] [2] [3] [4] [5]。而合理的轮作虽能缓解半夏的连作障碍，但由于半夏适生区面积有限，且间隔时间太长(4~5年)，无法实行轮作，致使半夏种植效益不稳定，药农积极性不高，不利于当地经济的发展。因此，半夏连作已成为限制产区半夏产量和品质提高的关键因素。近几年半夏的研究主要集中在半夏的丰产栽培与肥料的肥效等方面的研究[6] [7]，有关半夏连作障碍方面的研究目前仅见于从种子消毒、生物菌剂及遮阴相结合的方法[8]。主要是从宏观角度探讨半夏连作障碍的修复措施，但该措施大面积推广有一定的限制。同时，种子消毒会带来土壤和药材的污染和药材品质的下降。本文利用前期筛选的对半夏化感作用较强的带菌黑麦草[9]，选重茬地土壤和从未种植过半夏的土壤进行再植生物测试，评价不同处理方法对连作半夏微生物区系及其生长和病害的影响，探究不同处理方法在半夏连作障碍效应方面的缓解效果，希望为半夏连作障碍的生物防治提出一条新思路。

2. 材料和方法

2.1. 材料

供试土壤：来自西和县河坝乡草坪村连续种植半夏 2a 土壤。

供试植物：半夏种子购于西和县河坝乡草坪村村民，带菌和不带菌黑麦草种子由兰州大学农业科技学院实验室提供。黑麦草种子所带菌主要是与禾草共生的 *Neotyphodium* 属内生真菌。

2.2. 方法

2.2.1. 醉马草种子浸提液粗提物的制备

将带菌黑麦草种子洗净,用蒸馏水冲洗,室内自然风干并粉碎过筛。称取粉末样品 200 g,放在 1000 ml 的容量瓶中,用丙酮在室温下分 24 h、48 h、72 h 浸提 3 次,然后合并 3 次提取液,浓缩后装入 1000 ml 容量瓶中定容,置于 4℃ 冰箱内备用。

2.2.2. 黑麦草种子浸提溶液的制备

将上述准备好的粗提液用蒸馏水分别继续稀释至 80 mg/ml、50 mg/ml 两个不同浓度,置于 4℃ 冰箱中供后续实验使用。

2.2.3. 黑麦草种子带菌检测

将黑麦草种子在 5% NaOH + 1% 苯胺蓝溶液浸泡过夜,自来水冲洗 3 次,加入 0.8% 的乳酚油苯胺蓝溶 1 液于玻璃试管,在水浴中煮沸 20 min,使其充分染色,再用自来水冲洗 3 次,加盖 16 mm × 16 mm 的盖玻片,光镜(Leica, Germany)下检测内生真菌菌丝[10] [11]。

2.2.4. 试验设计

试验分盆栽和室外试验两部分,选择连作障碍效应试验的重茬地及其土壤,以带菌黑麦草种子浸提液浇灌处理(设 50 mg/ml 和 80 mg/ml)、带菌黑麦草和半夏间作等方法进行处理,设空白处理为对照。盆栽设 8 个重复,每盆 5 粒。小区试验面积均为 5 m × 3 m,每个处理重复 3 次。按农户种植方式,播种前均施农家肥和复合肥,并整平地块,耙细,半夏每两行中间种同面积的黑麦草。株距 3 cm 左右,行距 5 cm。半夏种茎约 1.5 cm。并在种植后开始第一次加入种子浸提液,盆栽每次加入 300 ml,试验地每次加入 30 L,每周加一次,共加四次。保证日照和水分。播种前种子经过消毒和浸种,生长期至采收期均采用统一管理。

室外实验地点位于甘肃省陇南市西和县河坝乡草坪村,属于甘肃省半夏主产地。地理位置在东经 105°30'与北纬 34°02'之间,海拔 1692 米,年平均降雨量 500 毫米左右,年平均气温 8℃ 左右,全年无霜期约 170 天。属于暖温带半湿润性气候。土壤为褐土, pH 6.8~7.0,有机质含量 ≥ 10 g/kg,适宜于多种中药材生长,尤以所产半夏质优和原产地道地而驰名中外。

室内试验环境条件:位于甘肃工业职业技术学院化工学院实验室。土壤均采自西和县重茬地,与室外土壤相同。

3 月 28 日种植半夏,其株高,茎叶重、茎粗、叶面积于 6 月 12 日测定,土壤可培养微生物、土壤酶活性、繁殖系数、发病率及总分枝数的统计在成熟期 8 月底测定。用内径 2 cm 的土钻取 0~10 cm 深的混合样土样,于 4℃ 冰箱保藏。

2.2.5. 土壤可培养微生物数量测定

采用稀释平板法分离土壤中的细菌、放线菌、霉菌和酵母菌,并加以计数。分离细菌用牛肉膏蛋白胨培养基,放线菌用高氏 1 号培养基,真菌(霉菌和酵母菌)用马丁氏培养基,在马丁氏培养基上培养的菌落总数计数为真菌,将丝状菌形成菌落计为霉菌,将非丝状菌计数为酵母,真菌数量为霉菌与酵母菌之和[12] [13]。

细菌和真菌数量的比值 B/F 的计算公式: $B/F = \text{土壤中细菌数量} / \text{土壤中真菌数量}$ 。

2.2.6. 土壤酶活性的测定

脲酶用苯酚钠比色法。过氧化氢酶活性的测定采用高锰酸钾滴定法。酸性磷酸酶活性采用磷酸苯二

钠比色法测定[14]。

2.2.7. 半夏生长量测定及发病率统计

测定指标如下：

- 1) 半夏株高，茎叶重、茎粗、叶面积：每盆 5 株全部测定。直尺测量株高，电子天平称茎叶重，叶面积仪测定叶面积，游标卡尺测定茎粗。
- 2) 半夏繁殖系数：以大于 1.0 cm 的块茎计数，繁殖系数 = 采收的块茎数/播种块茎数。
- 3) 半夏块茎腐烂病统计：以发病率统计：感病块茎数除以采收的块茎数除以百分数表示。

2.3. 数据处理

采用 SPSS13.0 与 Excel2010 软件进行方差分析和显著性检验。

3. 结果与分析

3.1. 土壤细菌、放线菌、真菌数量分析

3.1.1. 田间不同处理对土壤微生物数量影响

从表 1 中可以看出，与对照比较，两种处理均能使土壤细菌、放线菌、微生物总数和 B/F 值升高，真菌数量下降；其中，浇灌处理与浓度有关，高浓度效果更加明显。当加入 50 mg/ml 时细菌升高了 2.55%，放线菌增加了 2.94%，真菌数量减少了 3.67%，微生物总量增加 3.77%，B/F 值增加 4.25%；高浓度 80 mg/ml 时变化较明显。细菌增加了 6.59%，放线菌增加了 5.45%，真菌数量减少了 7.95%，微生物总量增加 5.79%，B/F 值增加 8.49%。间作处理细菌数量增加 5.40%，放线菌增加 4.61%，真菌减少 10.09%，微生物总数增加 5.11%，B/F 值增加 9.43%。

Table 1. Effects of field different treatment on soil microbial community

表 1. 田间不同处理对土壤微生物区系的影响

处理浓度(mg/ml)	细菌 Bacteria (Log ₁₀ CFUg ⁻¹)	放线菌 Actinomycete (Log ₁₀ CFUg ⁻¹)	真菌 Fungi (Log ₁₀ CFUg ⁻¹)	总数 Total (Log ₁₀ CFU/g)	B/F
CK	6.67 ± 0.12a	4.77 ± 0.08a	3.27 ± 0.21a	7.43 ± 0.01a	2.12
50 (mg/ml)	6.84 ± 0.23b	4.91 ± 0.02b	3.15 ± 0.03ab	7.71 ± 0.03b	2.21
80 (mg/ml)	7.11 ± 0.19c	5.03 ± 0.07c	3.01 ± 0.14b	7.86 ± 0.11c	2.30
间作 Interplant	7.03 ± 0.17b	4.99 ± 0.11b	2.94 ± 0.13ab	7.81 ± 0.09b	2.32

注：处理间数据比较，不同字母表示在 0.05 水平上差异显著。下同。

3.1.2. 盆栽不同处理对土壤微生物数量影响

从表 2 中可以看出，与对照比较，两种处理均能使土壤细菌、放线菌、微生物总数和 B/F 值升高，真菌数量下降；其中，浇灌处理与浓度有关，高浓度效果更加明显。当加入 50 mg/ml 时细菌升高了 3.34%，放线菌增加了 4.52%，真菌数量减少了 6.52%，微生物总量增加 4.93%，B/F 值增加 5.07%；高浓度 80 mg/ml 时变化较明显。细菌增加了 6.09%，放线菌增加了 6.57%，真菌数量减少了 10.25%，微生物总量增加 9.05%，B/F 值增加 8.76%。间作处理细菌数量增加 6.39%，放线菌增加 6.16%，真菌减少 9.63%，微生物总数增加 7.99%，B/F 值增加 9.68%。

Table 2. Effects of field different treatment on soil microbial community**表 2.** 盆栽不同处理对土壤中微生物区系的影响

处理 Treatment	细菌 Bacteria (Log ₁₀ CFUg ⁻¹)	放线菌 Actinomycete (Log ₁₀ CFUg ⁻¹)	真菌 Fungi (Log ₁₀ CFUg ⁻¹)	总数 Total (Log ₁₀ CFU/g)	B/F
CK	6.89 ± 0.22a	4.87 ± 0.13a	3.22 ± 0.25a	7.51 ± 0.12a	2.17
50 (mg/ml)	7.12 ± 0.27b	5.09 ± 0.11b	3.07 ± 0.16ab	7.88 ± 0.17b	2.28
80 (mg/ml)	7.31 ± 0.21a	5.19 ± 0.13c	2.89 ± 0.27b	8.19 ± 0.14c	2.36
间作 Interplant	7.33 ± 0.18b	5.17 ± 0.15b	2.91 ± 0.13ab	8.11 ± 0.20b	2.38

3.2. 土壤主要酶活性变化

3.2.1. 田间不同处理对根系土壤酶活性影响

田间处理后土壤中三种酶含量与对照相比均有所变化(表 3)。其中用带菌黑麦草种子浸提液处理后,脲酶的含量随着浓度的增加有下降趋势,当浓度为 50 mg/ml 时下降 5.03%, 80 mg/ml 时升高 15.72%;而过氧化氢酶含量在 50 mg/ml 时下降 2.66%, 80 mg/ml 时上升了 3.32%, 酸性磷酸酶含量在浓度为 50 mg/ml 时下降了 1.64%, 在 80 mg/ml 时上升了 5.51%。与对照相比,间作处理后土壤脲酶含量下降 13.84%, 过氧化氢酶和磷酸酶含量分别升高 3.65%和 3.95%。

Table 3. Effects of field different treatment on soil enzyme activities**表 3.** 田间不同处理对根系土壤酶活性影响

处理 Treatment	脲酶 Urease (mg/g)	过氧化氢酶 Catalase (ml/g)	酸性磷酸酶 Acid phosphatase (mg/100g)
CK	1.59 ± 0.01a	3.01 ± 0.05b	13.43 ± 0.04b
50 (mg/ml)	1.51 ± 0.03a	2.93 ± 0.13c	13.21 ± 0.27c
80 (mg/ml)	1.34 ± 0.06b	3.11 ± 0.21a	14.17 ± 0.08a
间作 Interplant	1.37 ± 0.04b	3.12 ± 0.16a	13.96 ± 0.23ab

3.2.2. 盆栽不同处理对根系土壤酶活性影响

盆植处理后土壤中三种酶含量与对照相比变化如下表(表 4)。用带菌黑麦草种子浸提液处理后,脲酶的含量随着浓度的增加有下降趋势,当浓度为 50 mg/ml 时下降 8.55%, 80 mg/ml 时下降了 17.11%;而过氧化氢酶和酸性磷酸酶含量出现了低浓度下降高浓度升高的现象,与对照相比,50 mg/ml 时过氧化氢酶下降 7.72%, 80 mg/ml 时上升了 6.43%, 酸性磷酸酶含量在浓度为 50 mg/ml 时下降了 2.62%, 在 80 mg/ml 时上升了 6.13%。间作后土壤脲酶含量降低 8.55%, 过氧化氢酶含量和酸性磷酸酶含量分别升高了分别 8.36%和 5.01%。

3.3. 半夏主要生长变化

3.3.1. 田间不同处理对半夏生长的影响

与对照相比,田间两种处理半夏主要生长指标及发病率均有明显变化。间作处理时,株高增加了 10.31%, 叶面积增加了 9.63%, 茎叶重增加了 9.35%, 繁殖系数提高了 16.84%, 发病率下降了 56.43%。浇灌处理时,50 mg/ml 带菌黑麦草种子浸提液对半夏苗地上部生长均产生不同程度的抑制作用,与对照比较,株高下降 5.42%, 叶面积下降 4.93%, 茎叶重下降 5.61%, 但繁殖系数提高了 8.42%, 块茎腐烂病发病率下降了 56.84%;浓度为 80 mg/ml 对半夏田间苗地上部和地下部生长均产生不同程度的促进作用,

其中株高增加了 9.75%，叶面积增加了 6.85%，茎叶重增加了 11.21%，繁殖系数升高了 18.95%，块茎腐烂病发病率下降了 62.82% (表 5)。

Table 4. Effects of pot different treatment on soil enzyme activities

表 4. 盆栽不同处理对根系土壤酶活性影响

处理 Treatment	脲酶 Urease (mg/g)	过氧化氢酶 Catalase (ml/g)	酸性磷酸酶 Acid phosphatase (mg/100g)
CK	1.52 ± 0.03a	3.11 ± 0.11b	13.37 ± 0.20b
50 (mg/ml)	1.39 ± 0.01b	2.87 ± 0.19c	13.02 ± 0.26c
80 (mg/ml)	1.26 ± 0.06c	3.31 ± 0.14a	14.19 ± 0.23a
间作 Interplant	1.31 ± 0.03bc	3.37 ± 0.17a	14.01 ± 0.21ab

Table 5. Effects of field different treatment on *P. ternata* yield

表 5. 田间不同处理对半夏生长的影响

处理 Treatment	株高 Plant height/cm	叶面积 Leaf area (cm ²)	茎叶重 Stem leaf weight (g)	繁殖系数 Propagation index	发病率(%) Incidence
CK	5.72 ± 0.07b	17.23 ± 1.37b	1.07 ± 0.02b	0.95 ± 0.03c	12.21 ± 0.14a
50 (mg/ml)	5.41 ± 0.16c	16.38 ± 1.21c	1.01 ± 0.05c	1.03 ± 0.07b	5.27 ± 0.07b
80 (mg/ml)	6.33 ± 0.23a	18.91 ± 1.14a	1.19 ± 0.02a	1.13 ± 0.04a	4.54 ± 0.03c
间作 Interplant	6.31 ± 0.12a	18.89 ± 1.05a	1.17 ± 0.03a	1.11 ± 0.02a	5.32 ± 0.05b

3.3.2. 盆栽不同处理对半夏生长的影响

与对照相比，盆栽时两种处理半夏主要生长指标及发病率均有变化。间作处理时，株高增加了 11.09%，叶面积增加了 11.09%，茎叶重增加了 10.71%。繁殖系数升高 17.82%，发病率下降了 76.74%。浇灌处理时，50 mg/ml 带菌黑麦草种子浸提液对半夏苗地上部生长均产生不同程度的抑制作用，其中，株高下降了 7.17%，叶面积下降 5.02%，茎叶重下降 8.04%，而繁殖系数升高了 10.89%，块茎腐烂病发病率下降了 60.87%；浓度为 80 mg/ml 对半夏盆栽苗地上部和地下部生长均产生了不同程度的促进作用，其中株高增加了 12.12%，叶面积增加了 11.61%，茎叶重增加了 12.50%，繁殖系数升高了 19.80%，块茎腐烂病发病率下降了 75.56% (表 6)。

Table 6. Effects of pot different treatment on *P. ternata* yield

表 6. 盆栽不同处理对半夏生长的影响

处理 Treatment	株高 Plant height/cm	叶面积 Leaf area (cm ²)	茎叶重 Stem leaf weight (g)	繁殖系数 Propagation index	发病率(%) Incidence
CK	5.86 ± 0.07a	17.32 ± 1.37b	1.12 ± 0.02ab	1.01 ± 0.03c	11.09 ± 0.12a
50 (mg/ml)	5.44 ± 0.16c	16.45 ± 1.21c	1.03 ± 0.05b	1.12 ± 0.07b	4.34 ± 0.11b
80 (mg/ml)	6.57 ± 0.23b	19.33 ± 1.14a	1.26 ± 0.02a	1.21 ± 0.04a	2.71 ± 0.09c
间作 Interplant	6.51 ± 0.12b	19.24 ± 1.05a	1.24 ± 0.03a	1.19 ± 0.02a	2.58 ± 0.07c

4. 结论

内生真菌是生长于植物组织的细胞间，不表现出感染症状的一类真菌[15][16]。它分布于植物的叶鞘、

种子、花、茎、叶和根中，与植物的关系是互惠共生的，一方面植物为内生真菌提供光合产物，另一方面内生真菌的代谢产物能刺激植物的生长发育，提高宿主植物对生物胁迫与非生物胁迫的抵抗能力，如促进植物生长、增加分蘖数、增强植物体内保护酶系统、抗病虫害等[16][17]。本研究结果表明，带菌黑麦草与半夏间作或用其种子浸提液处理均在一定程度上改变了土壤微生物群落结构，使土壤微生物结构从“真菌型”开始向“细菌型”转化，生物多样性增强，这种转化有利于作物生长。而且浸提液处理的土壤微生物变化与处理浓度有一定关系，随着浸提液量的增加和生长时间的延长，半夏生长根际土壤中微生物活动开始朝细菌、放线菌和总微生物数量升高、真菌数量降低的方向发展。这些差异的出现，分析其原因，可能与黑麦草化感作用或与带菌黑麦草内生真菌有关。

土壤酶是土壤物质循环和能量流动的主要参与者，是土壤生态系统中最活跃的组分，推动土壤有机质的矿化分解和土壤养分的循环与转化，其活性可反映土壤养分转化能力的强弱，是维持土壤肥力的一个潜在性指标。本研究两种处理中脲酶含量均出现了下降，而过氧化氢酶和酸性磷酸酶则出现了差异。间作处理后两种酶活性都有所升高。而浇灌处理与添加浓度有关系，较高浓度促进其活性，较低浓度抑制其活性。酸性磷酸酶含量和过氧化氢酶含量升高均有利于半夏生长。这些说明带菌黑麦草化感物质或内生真菌次生代谢物与土壤酶活性有一定的关系。

本试验结果也证实，用带菌黑麦草和半夏间作或浇灌带菌黑麦草种子浸提液均能有效改善半夏生长状况，其中，浸提液处理效果受浓度影响较大，高浓度效果较较低浓度更加明显。间作处理对半夏地上部生长的促进作用效果没有浇灌处理明显，这可能是因为在半夏旺盛生长期采集，半夏与带菌黑麦草间作后时间不长，内生真菌及其黑麦草次生代谢物量产生较少，对半夏根际分泌物影响不大，但随着生长时间延长，两种处理半夏繁殖系数和块茎腐烂病发病率下降都比较明显。这与本试验两种修复措施中土壤真菌含量较少，细菌含量增多相一致。目前很多学者认为，对植物土传病害的抑制在一定程度上是土壤微生物群体的作用，通过它们对病原菌的拮抗作用抑制或直接杀死病原菌的菌丝及孢子，当微生物群落结构越丰富，物种越均匀，多样性越高时，对抗病原菌的综合能力就越强。本研究中两种处理方式均能有效克服连作障碍带来的生长副作用，使土壤环境朝着有益于生长的方向发展。但至于黑麦草的化感作用亦或是内生真菌的抗逆性起主要作用目前还不清楚，有待于进一步验证。

基金项目

甘肃省高等学校科研项目(2015B-153); 天水市科技支撑计划项目。

参考文献

- [1] Wang, M.Z. and Chen, X.N. (2005) Obstacle and Countermeasure of Sustainable High Yield for Peanut in Low-Hilly Red Soil Region. *Journal of Peanut Science*, **34**, 17-22.
- [2] Acosta-Martinez, V., Upchurch, D.R., Schubert, A.M., Porter, D. and Wheeler, T. (2004) Early Impacts of Cotton and Peanut Cropping Systems on Selected Soil Chemical, Physical, Microbiological and Biochemical Properties. *Biology and Fertility of Soils*, **40**, 44-54. <https://doi.org/10.1007/s00374-004-0745-3>
- [3] Chu, G.X., Shen, Q.R. and Cao, J.L. (2004) Nitrogen Fixation and N Transfer from Peanut to Rice Cultivated in Aerobic Soil in an Intercropping System and Its Effect on Soil N Fertility. *Plant and Soil*, **263**, 17-27. <https://doi.org/10.1023/B:PLSO.0000047722.49160.9e>
- [4] Inal, A., Gunes, A., Zhang, F. and Cakmak, I. (2007) Peanut/Maize Intercropping Induced Changes in Rhizosphere and Nutrient Concentrations in Shoots. *Plant Physiology and Biochemistry*, **45**, 350-356. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2007.03.016>
- [5] 孙雪婷, 李磊, 龙光强, 等. 三七连作障碍研究进展[J]. 生态学杂志, 2015, 34(3): 885-893.
- [6] 张之昊, 戴忠, 胡晓茹, 等. 半夏化学成分的分离与鉴定[J]. 中药材, 2013, 36(10): 1620-1622.
- [7] 徐立军. 林药间作对掌叶半夏产量和质量的影响及生理生态机制研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 北京中医药大学

学, 2011.

- [8] 马小奇, 许宏亮, 何志贵, 等. 半夏连作的障碍效应及其缓解措施初探[J]. 西北农业学报, 2017, 26(1): 48-53.
- [9] 聂亚华, 金文进. 半夏对不同禾草的化感效应[J]. 南方农业, 2017, 11(37): 89-90.
- [10] Welty, R.E., Milbrath, G.M., Faulkenberry, D., Azevedo, M.D., Meek, L. and Hall, K. (1986) Endophyte Detection in Tall Fescue Seed by Staining and ELISA. *Seed Science and Technology*, **14**, 105-116.
- [11] Dapprich, P., Paul, V.H. and Krohn, K. (1994) A Novel and Rapid Staining Method for the Detection of Vital Endophytes in Seeds and Leaf Sheaths of *Lolium perenne*. *Bulletin OILB SROP*, **17**, 139-146.
- [12] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤微生物研究法[M]. 北京: 科学出版社, 1985: 85-176.
- [13] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 西安: 世界图书出版公司, 2000.
- [14] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1986: 274-297.
- [15] 南志标. 内生真菌对布顿大麦草生长的影响[J]. 草业科学, 1996, 13(1): 16-18.
- [16] 金文进. 醉马草内生真菌多样性研究[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 兰州大学, 2009.
- [17] 金文进, 李春杰, 王正凤. 禾草内生真菌的多样性及意义[J]. 草业学报, 2015, 24(1): 168-175.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网首页: <http://cnki.net/>, 点击页面中“外文资源总库 CNKI SCHOLAR”, 跳转至: <http://scholar.cnki.net/new>, 搜索框内直接输入文章标题, 即可查询;
或点击“高级检索”, 下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5507, 即可查询。
2. 通过知网首页 <http://cnki.net/>顶部“旧版入口”进入知网旧版: <http://www.cnki.net/old/>, 左侧选择“国际文献总库”进入, 搜索框直接输入文章标题, 即可查询。

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjas@hanspub.org