

孙凯文,时佩佩,陆叶峰,等. 添加碳调节剂对次盐渍化土壤水溶性盐含量及白菜根系生长的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(5):241-245. doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.05.069

添加碳调节剂对次盐渍化土壤水溶性盐含量及白菜根系生长的影响

孙凯文¹, 时佩佩¹, 陆叶峰¹, 盛海君^{1,2}, 钱晓晴¹

(1. 扬州大学环境科学与工程学院, 江苏扬州 225127; 2. 江苏省有机固体废弃物资源化协同创新中心, 江苏南京 210095)

摘要:研究碳调节剂与次生盐渍化土壤在混合培养过程中水溶性盐含量变化。结果表明:碳调节剂与盐渍化土壤混合物中水溶性盐含量在培养第 7 天后基本趋于稳定;过量添加碳调节剂会导致土壤水溶性盐含量过低,影响作物根系生长;T4 处理效果最好,植株根系生长最佳;加入碳调节剂过少无法改变土壤盐分对植株生长的影响;土壤碳调节剂添加量为 33.75 g/kg 时(T3 处理),即可达到显著降低次生盐渍化土壤水溶性盐含量的效果。

关键词:碳调节剂;次盐渍化土壤;水溶性盐;白菜[*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis* (L.)];根系

中图分类号: S156.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)05-0241-04

设施栽培是国家重点扶持发展的农业经济产业,主要用于花卉和蔬菜生产,可以极大地提高作物产量,满足人们生活需求^[1-3]。塑料大棚是我国最主要的栽培设施之一,但在大棚常年生产过程中,由于土壤耕作频繁、复种指数高^[4-7]、施肥量大、种植作物种类单一以及人为控制生态环境等特点,作物出现生长障碍^[8-11]。生产者为了追求当季产量,盲目实行高肥水管理,尤其是过量施用氮肥会导致硝态氮过量累积,随着种植年限增加,不可避免地造成土壤质地恶化,土壤发生次生盐渍化,使作物生长不良而减产,严重制约了设施农业的可持续发展^[12-19]。本研究选择江苏省常州市具有一定种植年限的蔬菜大棚表层(0~20 cm)土壤作为改良对象,研究碳调节剂对盐渍化土壤水溶性盐的影响,分析其在培养过程中的变化趋势,并在试验土壤水溶性盐含量变化稳定后采用盆钵试验的方式,对植物实际生长状况进行考察,旨在探究碳调节剂对次生盐渍化土壤的改良效果。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试表层土壤取自常州市某发生次生盐渍化问题的蔬菜大棚,其基本性质为:有机质含量 19.4 g/kg、全氮含量 1.81 g/kg、硝态氮含量 1 013.47 mg/kg、铵态氮含量 49.69 mg/kg、速效磷含量 161.28 mg/kg、速效钾含量 168.91 mg/kg、可溶性盐含量 9.75 g/kg(电导率 1 971 $\mu\text{S}/\text{cm}$)。试验前将土壤风干、磨细、过筛,备用。

供试碳调节剂主要成分为秸秆粉(成熟期小麦秸秆磨成

的粉末)和快腐菌剂。快腐菌剂可以促进秸秆粉末的快速分解,为土壤微生物繁殖提供大量的可利用碳源。秸秆粉:有机碳含量 450 g/kg、全氮含量 7.94 g/kg、磷含量 0.91 g/kg、钾含量 17.83 g/kg。快腐菌剂是南京宁粮生物工程有限公司生产的秸秆速腐剂。

供试蔬菜为白菜[*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis* (L.)](苏州青)。

无孔塑料盆:可避免因浇水导致可溶性盐随水流失。

1.2 试验设计

土壤培养试验:试验采用室内模拟培养方式,于 2014 年 7—9 月在扬州大学环境科学与工程学院资源环境科学实验室进行。试验设 7 个处理,分别为:45 g 秸秆 + 15 g 菌剂 + 4 kg 土壤(T1 处理)、90 g 秸秆 + 15 g 菌剂 + 4 kg 土壤(T2 处理)、135 g 秸秆 + 15 g 菌剂 + 4 kg 土壤(T3 处理)、180 g 秸秆 + 15 g 菌剂 + 4 kg 土壤(T4 处理)、225 g 秸秆 + 15 g 菌剂 + 4 kg 土壤(T5 处理)、270 g 秸秆 + 15 g 菌剂 + 4 kg 土壤(T6 处理),以不加调节剂的土壤作为对照(CK)。将供试土壤充分搅拌均匀,并保持土壤含水量在 25% 左右。在盆口覆盖保鲜膜以减少水分蒸发,在 25~35 $^{\circ}\text{C}$ 条件下连续培养 60 d,前期每天取样 1 次,连续取样 7 d;从第 10 天开始每隔 10 d 取样 1 次,连续取 6 次,测定混合物中水溶性盐含量。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 水溶性盐含量测定 采用水、土质量比 5:1 浸提获得待测液,使用盐分计测定电导率;采用火焰分光光度法测定 K^{+} 、 Na^{+} 含量;采用火焰原子吸收法测定 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 含量;采用中和滴定法测定 HCO_3^{-} 含量;采用硝酸银滴定法测定 Cl^{-} 含量;采用硫酸钡比浊法测定 SO_4^{2-} 含量;采用紫外分光光度法测定 NO_3^{-} 含量。

1.3.2 小白菜根系参数分析 对各处理采样后用流水冲洗小白菜根系,运用数字化扫描仪(美国 Epson 牌)对根系图像进行扫描,并采用与该扫描仪配套的 WinRHIZO (Version 5.0a 版本)根系分析系统(加拿大)测定植株的根表面积、根长、根体积、根平均直径、根尖数等根系参数。

收稿日期:2015-04-11

基金项目:国家重点基础研究发展计划(编号:2013CB127404);江苏省苏北科技发展规划(编号:BN2012004)。

作者简介:孙凯文(1989—),男,江苏盐城人,硕士研究生,主要从事植物营养与环境研究。E-mail: 861077941@qq.com。

通信作者:盛海君,高级农艺师,主要从事有机固体废弃物资源化利用研究。E-mail: hjsheng@yzu.edu.cn。

1.3.3 数据分析 采用 Excel 2003、SPSS 软件分析试验数据。从表 1 可见,培养第 60 天时,同一处理下的土壤 Cl^- 含量与第 1 天相比均降低。灾不同处理下,随着碳调节剂添加量的增加,土壤中 Cl^- 含量基本上也相对增加。试验第 7 天时,各处理的 Cl^- 含量基本趋于稳定。

2 结果与分析

2.1 次盐渍化土壤培养过程中 Cl^- 含量的变化

表 1 培养过程中混合物 Cl^- 含量变化

取样时间	Cl^- 含量(mg/kg)						
	CK	T1 处理	T2 处理	T3 处理	T4 处理	T5 处理	T6 处理
第 1 天	786.34de	808.37de	883.94cde	871.97ed	951.52e	940.93bc	977.60bcd
第 2 天	759.56cde	766.42b	852.08bc	903.16ef	933.15de	931.36bc	954.35bc
第 3 天	732.68abc	827.55ef	869.21cde	922.67fg	946.18e	947.49cd	980.18bcd
第 4 天	752.42bcd	765.25b	759.14a	867.63cd	925.91cde	982.94fg	994.90de
第 5 天	757.58cde	846.06f	896.50e	924.22g	952.94e	972.22efg	989.16cd
第 6 天	788.71e	712.85a	878.07cde	846.19ab	933.77de	983.64fg	1 010.10de
第 7 天	700.31a	777.48bc	889.37de	901.12e	952.16e	1 000.00g	1 005.36de
第 10 天	762.61cde	806.05de	894.27e	959.22h	782.82a	967.92def	995.48de
第 20 天	720.43ab	782.11bcd	855.32bcd	903.53ef	899.98cd	952.18cde	1 028.76e
第 30 天	701.82a	788.39bcd	872.52cde	840.52a	941.63e	935.99bc	957.05bc
第 40 天	744.53bc	807.49de	857.63bcd	884.43de	925.57cde	914.89b	946.48b
第 50 天	736.97bc	806.00de	788.41a	862.65bc	891.73c	915.67b	944.86b
第 60 天	759.10cde	799.79cd	831.57b	838.44a	845.08b	829.29a	839.67a

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。下表同。

2.2 盐渍化土壤培养过程中 HCO_3^- 含量的变化

从表 2 可以看出,随着试验时间推移,7 种处理下盐渍化土壤中 HCO_3^- 含量基本上随着碳调节剂添加量的增加而逐渐增加。试验第 7 天时,各处理的 HCO_3^- 含量基本趋于稳定。

2.3 盐渍化土壤培养过程中 SO_4^{2-} 含量的变化

从表 3 可以看出,CK 处理下盐渍化土壤在培养期间

表 2 培养过程中混合物 HCO_3^- 含量变化

取样时间	HCO_3^- 含量(mg/kg)						
	CK	T1 处理	T2 处理	T3 处理	T4 处理	T5 处理	T6 处理
第 1 天	86.04c	54.84a	134.67ab	134.34a	315.48c	320.92c	346.44b
第 2 天	54.76ab	93.71b	130.52ab	196.70b	363.98d	497.06f	594.24g
第 3 天	76.94bc	88.28b	118.42ab	188.66b	382.18de	469.34e	672.37h
第 4 天	76.09bc	122.45c	162.97cd	268.95c	403.51ef	504.64f	527.53e
第 5 天	65.96bc	101.29b	144.11bc	611.53g	525.72g	741.89h	745.76j
第 6 天	68.51bc	102.19b	113.23a	749.46j	540.54g	718.01g	739.34j
第 7 天	42.41a	851.74e	1 517.79h	1 744.83k	1 617.93i	898.48j	836.51k
第 10 天	173.01f	151.68de	524.57g	665.88h	202.58a	820.70i	709.85i
第 20 天	143.45e	173.43e	213.45f	695.19i	631.13h	355.42d	554.05f
第 30 天	116.93d	154.68de	208.14f	527.79f	420.71f	345.49cd	440.84d
第 40 天	135.87de	160.26de	178.01de	329.73d	284.41b	342.52cd	380.84c
第 50 天	146.76e	163.88de	202.38ef	422.03e	219.65a	237.99a	327.26b
第 60 天	139.71e	146.27d	185.92def	182.47b	206.78a	290.44b	305.85a

表 3 培养过程中混合物 SO_4^{2-} 含量变化

取样时间	SO_4^{2-} 含量(mg/kg)						
	CK	T1 处理	T2 处理	T3 处理	T4 处理	T5 处理	T6 处理
第 1 天	1 826.74ab	1 738.77a	1 985.24ab	2 113.12bc	2 161.42cd	2 264.61d	2 378.14g
第 2 天	1 893.18bc	1 928.55bc	1 881.25a	1 891.22a	2 022.28b	1 940.32ab	1 845.91a
第 3 天	1 892.99bc	1 952.01bc	1 963.41a	2 126.81bc	1 916.79a	2 055.16abc	2 008.61c
第 4 天	1 821.80ab	2 033.95cd	1 869.58a	1 893.21a	1 893.21a	1 928.55a	2 138.35ef
第 5 天	2 010.59cde	2 253.17ef	2 022.28ab	2 010.62ab	2 161.42cd	2 057.14abc	2 126.81de
第 6 天	2 033.95de	1 809.82ab	2 010.61ab	1 987.23ab	2 010.61b	2 033.95abc	2 080.47d
第 7 天	1 857.75ab	2 378.07f	2 417.79bc	2 344.23de	2 241.79e	2 010.61abc	1 940.32b
第 10 天	2 117.04e	2 162.77de	2 476.11c	2 785.94f	2 126.78c	2 161.42cd	2 149.88ef
第 20 天	1 928.51bcd	2 057.21cd	2 423.24bc	2 490.46e	2 241.79e	2 184.44cd	2 010.62c
第 30 天	1 738.77a	2 131.96de	2 047.75abc	2 440.22de	2 307.79f	2 481.49e	2 418.31g
第 40 天	1 940.29bcd	2 136.17de	2 064.72abc	1 887.55a	2 004.60b	1 955.97ab	2 099.47de
第 50 天	2 521.42g	2 354.95f	2 262.35abc	2 239.81cd	2 205.16de	2 115.23bcd	1 973.54bc
第 60 天	2 260.12f	2 273.47ef	2 043.50ab	2 037.86cde	2 225.84de	2 168.58cd	2 184.44f

SO₄²⁻ 含量总体上逐渐上升。随着碳调节剂添加量的增加, SO₄²⁻ 含量基本上也逐渐增加。试验第 30 天时,各处理的 SO₄²⁻ 含量基本趋于稳定。

2.4 盐渍化土壤培养过程中 NO₃⁻ 含量的变化

从表 4 可以看出,除 CK 外,随着试验时间推移,另外 6

种处理下盐渍化土壤在培养过程中 NO₃⁻ 含量总体上呈下降趋势。随着碳调节剂添加量的增加,NO₃⁻ 含量下降趋势明显,其中 T5、T6 处理在试验第 7 天时 NO₃⁻ 含量基本稳定。CK 处理下盐渍化土壤在培养期间 NO₃⁻ 含量变化不明显。试验第 20 天时,各处理 NO₃⁻ 含量基本趋于稳定。

表 4 培养过程中混合物 NO₃⁻ 含量变化

取样 时间	NO ₃ ⁻ 含量 (mg/kg)						
	CK	T1 处理	T2 处理	T3 处理	T4 处理	T5 处理	T6 处理
第 1 天	4 568.78g	4 149.18i	4 185.58k	3 305.88k	3 148.27j	2 718.09k	2 365.57i
第 2 天	4 320.57cd	4 004.70h	3 926.26j	3 212.59j	2 721.69h	2 138.28j	1 883.08h
第 3 天	4 138.83b	3 968.88h	3 778.23i	3 166.42i	2 537.73g	1 922.62i	1 476.72g
第 4 天	4 242.68bc	3 611.83f	3 060.92g	2 676.79h	2 239.75f	1 609.45h	929.83f
第 5 天	4 209.30bc	3 820.86g	3 321.09h	2 084.64f	1 642.50e	1 032.46g	257.74e
第 6 天	4 391.76de	3 214.75b	3 379.66h	2 272.96g	1 402.14d	606.62f	217.83cd
第 7 天	3 846.82a	2 449.94a	1 220.34a	203.38bc	219.10c	485.98e	229.07de
第 10 天	4 247.15bc	3 450.78de	1 643.55b	957.45e	2 792.87i	207.86d	198.95bcd
第 20 天	4 177.86b	3 461.70de	2 994.10f	667.16d	170.83ab	165.07ab	177.92ab
第 30 天	4 121.73b	3 444.72d	2 971.59f	156.07a	172.26ab	147.58a	152.70a
第 40 天	4 465.66efg	3 320.54c	2 884.70e	203.27bc	189.58abc	194.74cd	178.39ab
第 50 天	4 538.62fg	3 528.76ef	2 506.55c	169.39ab	154.40a	148.80a	153.13a
第 60 天	4 414.26def	3 436.95d	2 750.11d	218.66c	204.02bc	182.04bc	188.98abc

2.5 盐渍化土壤培养过程中 K⁺ 含量的变化

从表 5 可以看出,试验第 7 天时,7 种处理下次生盐渍化

土壤在培养过程中 K⁺ 含量基本趋于稳定。随着碳调节剂添加量的增加,各处理 K⁺ 含量基本上逐渐增加。

表 5 培养过程中混合物 K⁺ 含量变化

取样 时间	K ⁺ 含量 (mg/kg)						
	CK	T1 处理	T2 处理	T3 处理	T4 处理	T5 处理	T6 处理
第 1 天	147.98f	235.91g	326.43f	399.48g	490.98l	557.02i	644.93j
第 2 天	134.68de	229.88fg	317.07e	396.08fg	473.06k	531.04h	597.76i
第 3 天	131.93cd	223.88ef	304.27c	393.08f	462.41j	523.16gh	594.75i
第 4 天	126.42bc	217.91de	266.53b	369.52d	430.84h	516.37g	583.35h
第 5 天	131.93cd	223.88ef	310.64d	376.22e	441.29i	498.19f	560.75g
第 6 天	140.21e	197.24ab	266.53b	343.06c	403.29g	465.95e	538.43f
第 7 天	123.69ab	206.05bc	266.53b	343.05c	393.08f	465.95e	531.04e
第 10 天	122.47ab	204.01bc	317.07e	376.22e	260.34a	441.32d	523.69d
第 20 天	115.53a	191.44a	260.34ab	317.07b	369.52de	430.84bcd	534.73ef
第 30 天	118.24ab	202.50bc	266.26b	265.99a	375.84e	429.55bc	511.70c
第 40 天	120.96ab	208.80cd	259.82ab	265.73a	365.10d	425.67b	500.81ab
第 50 天	123.57ab	200.17abc	253.94a	266.26a	345.99b	410.13a	504.94b
第 60 天	120.72ab	208.80cd	260.08ab	266.26a	355.52c	436.93cd	494.58a

2.6 盐渍化土壤培养过程中 Na⁺ 含量的变化

从表 6 可以看出,试验第 7 天时,7 种处理下次生盐渍化土壤在培养过程中 Na⁺ 含量基本趋于稳定。随着碳调节剂添加量的增加,各处理 Na⁺ 含量变化较小。

2.7 盐渍化土壤培养过程中 Ca²⁺ 含量的变化

从表 7 可以看出,试验第 7 天时,各处理的 Ca²⁺ 含量基本趋于稳定。随着碳调节剂添加量的增加,各处理的 Ca²⁺ 含量有下降趋势。

2.8 盐渍化土壤培养过程中 Mg²⁺ 含量的变化

从表 8 可以看出,试验第 7 天时,各处理的 Mg²⁺ 含量基本趋于稳定。随着碳调节剂添加量的增加,各处理的 Mg²⁺ 含量整体上下降趋势。

2.9 添加碳调节剂对小白菜幼苗根系特征参数的影响

由表 9 可见,添加碳调节剂对小白菜幼苗根系生长影响

明显。其中 CK、T1、T2 处理下由于盐含量过高,小白菜植株不能生长。随着碳调节剂用量的增加,小白菜幼苗的根尖数(根条数)、根长、根表面积、根体积均呈先增加、后下降的趋势。与 CK 相比,T4 处理优势最明显。试验表明,可通过添加碳调节剂降低土壤可溶性盐含量,进而促进小白菜根系生长。

3 结论

本研究表明:碳调节剂与盐渍化土壤混合物中水溶性盐含量在培养第 7 天后趋于稳定;T4 处理效果最好,植株根系生长最佳;过量加入碳调节剂会导致土壤水溶性盐含量过低,影响作物生长;加入碳调节剂过少(T1、T2 处理)无法改变土壤对植株生长的影响;碳调节剂添加量为 33.75 g/kg 时(T3 处理),即可达到显著降低次生盐渍化土壤水溶性盐含量的效果。

表 6 培养过程中混合物 Na⁺ 含量变化

取样 时间	Na ⁺ 含量(mg/kg)						
	CK	T1 处理	T2 处理	T3 处理	T4 处理	T5 处理	T6 处理
第 1 天	215.13f	215.99d	218.79f	203.82e	209.98d	204.03e	198.13c
第 2 天	209.99ef	212.98d	215.98ef	209.77f	209.98d	209.98f	209.98d
第 3 天	209.99ef	207.00c	207.00d	209.98f	204.03d	192.08c	192.08b
第 4 天	201.08cd	198.13b	192.27b	198.13d	195.20c	198.13d	189.37ab
第 5 天	204.03de	215.98d	225.09g	215.99g	207.00d	198.13d	192.27b
第 6 天	212.98f	186.47a	204.03d	192.27bc	195.20c	192.28c	186.47a
第 7 天	183.59a	198.13b	204.03d	195.20cd	192.27bc	192.28c	186.47a
第 10 天	196.17c	196.17b	192.27b	192.27bc	183.59a	186.50b	192.27b
第 20 天	195.20c	198.13b	204.03d	195.20cd	186.47ab	192.27c	186.47a
第 30 天	189.37b	197.53b	212.77e	191.89bc	192.08bc	185.92b	188.98ab
第 40 天	204.03de	206.80c	197.73bc	188.81ab	188.80abc	191.51c	186.10a
第 50 天	203.82d	198.13b	186.29a	186.29a	186.28ab	180.72a	192.08b
第 60 天	197.73c	303.82c	200.88cd	186.29a	183.23a	191.09c	198.13c

表 7 培养过程中混合物 Ca²⁺ 含量变化

取样 时间	Ca ²⁺ 含量(mg/kg)						
	CK	T1 处理	T2 处理	T3 处理	T4 处理	T5 处理	T6 处理
第 1 天	1 738.53bc	1 621.70fg	1 644.76g	1 395.11g	1 405.67h	1 321.98g	1 198.35g
第 2 天	1 702.95abc	1 566.50de	1 578.51f	1 427.54g	1 271.00g	1 113.46f	1 066.90f
第 3 天	1 625.71a	1 668.97h	1 562.71ef	1 395.07g	1 219.15f	1 088.38f	993.39e
第 4 天	1 732.45abc	1 563.83de	1 299.25b	1 267.72f	1 195.17ef	1 091.26f	1 006.90e
第 5 天	1 775.25bc	1 500.24b	1 509.07de	1 306.05f	1 171.33e	1 021.76e	862.27d
第 6 天	1 790.68bc	1 367.32a	1 480.18d	1 201.15e	1 094.78d	937.78d	820.65c
第 7 天	1 627.40a	1 537.14bcd	1 469.66d	1 160.22e	1 106.82d	938.04d	856.62d
第 10 天	1 753.41bc	1 536.35bcd	1 169.01a	1 033.80d	1 398.56h	908.00cd	814.45c
第 20 天	1 798.20bc	1 555.33cde	1 646.07d	1 009.01d	855.45b	778.50b	740.53b
第 30 天	1 700.02ab	1 539.43bcd	1 583.73f	959.13c	945.40c	879.77c	841.80d
第 40 天	1 791.68bc	1 519.38bc	1 383.79c	736.87a	764.29a	710.70a	709.21a
第 50 天	1 926.34d	1 631.02f	1 317.74b	838.38b	796.30a	723.35a	687.40a
第 60 天	1 813.84c	1 585.83ef	1 347.83bc	798.90b	787.94a	730.26a	698.77a

表 8 培养过程中混合物 Mg²⁺ 含量变化

取样 时间	Mg ²⁺ 含量(mg/kg)						
	CK	T1 处理	T2 处理	T3 处理	T4 处理	T5 处理	T6 处理
第 1 天	434.02b	405.87cde	405.70g	376.63g	372.15g	365.80h	346.04e
第 2 天	425.07b	399.42cd	403.01fg	379.98g	354.32f	342.81g	298.48d
第 3 天	400.19a	421.45e	402.39fg	377.58g	341.32e	312.27f	291.49d
第 4 天	429.12b	394.97bcd	342.17b	345.58f	337.31de	313.63f	289.27d
第 5 天	435.18b	394.06bcd	392.28ef	353.37f	330.01d	294.77e	260.72c
第 6 天	441.37bc	345.87a	392.93ef	327.78e	314.90c	279.90cd	252.91c
第 7 天	398.35a	389.42bc	386.47de	325.18e	310.95c	286.35d	263.48c
第 10 天	441.10bc	388.38bc	322.88a	306.07d	364.26fg	276.37c	250.72c
第 20 天	423.52b	392.33bcd	378.11cd	282.28c	244.85b	230.92b	223.97b
第 30 天	405.96a	392.37bcd	402.39fg	250.02b	249.63b	237.49b	298.22d
第 40 天	436.10b	376.39b	369.86c	219.75a	209.71a	209.73a	209.02ab
第 50 天	456.89c	412.82de	344.85b	217.83a	218.50a	209.19a	199.48a
第 60 天	440.74bc	397.46cd	348.85b	213.16a	211.77a	203.55a	200.45a

参考文献:

[1]王敬国. 设施菜田土壤退化修复与资源高效利用[M]. 北京:中国农业大学出版社,2011.

[2]王朝辉,宗志强,李生秀. 菜地和一般农田土壤主要养分累积的差异[J]. 应用生态学报,2002,13(9):1091-1094.

[3]李 刚,张乃明,毛昆明,等. 大棚土壤盐分累积特征与调控措施研究[J]. 农业工程学报,2004,20(3):44-47.

[4]郭文忠,刘声锋,李丁仁,等. 设施蔬菜土壤次生盐渍化发生机理的研究现状与展望[J]. 土壤,2004,36(1):25-29.

虞小燕,邓百万,陈文强,等. 基于形态学特征和 ITS 序列分析秦巴山区天麻萌发菌的亲缘关系[J]. 江苏农业科学,2016,44(5):245-248.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.05.070

基于形态学特征和 ITS 序列分析秦巴山区天麻萌发菌的亲缘关系

虞小燕¹, 邓百万^{1,2}, 陈文强^{1,2}, 杨海旭¹, 解修超^{1,2}

(1. 陕西理工学院生物科学与工程学院, 陕西汉中 723001; 2. 陕西省食药用药菌工程技术研究中心, 陕西汉中 723001)

摘要:利用拮抗试验,萌发试验和 ITS 序列分析技术对秦巴山区 12 个天麻萌发菌菌株进行了亲缘关系分析。结果表明:12 个萌发菌菌株分为两大类,其中 8103-4、8103-6、8103-7、8103-8 这 4 个菌株与其他菌株拮抗反应明显,并且 ITS 序列分析显示在同一个分支上,亲缘关系相近;萌-3、萌-7、萌 MD-2、萌发菌、石斛-1、石斛-2、萌-云南此 8 个菌株拮抗反应不明显,ITS 序列分析显示在同一个分支上,8103-3、萌发菌与标准菌株 *Mycena citrinomarginata* 亲缘关系相近,萌 MD-2、石斛小菇-1、萌-3、萌-7、石斛小菇-2、萌-云南与 *Mycena purpureofusca* 亲缘关系相近。

关键词:天麻萌发菌;拮抗;rDNA 序列;亲缘关系

中图分类号:S182 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2016)05-0245-04

萌发菌隶属于担子菌纲(Basidiomycetes)伞菌目(Agaricales)口蘑科(Trieholomataceae)小菇属(*Myeena*)^[1],主要包括紫萁小菇(*M. mosmundicola*)、石斛小菇(*M. mden-drobii*)和开唇小菇(*M. manoectochila*)三大类属。天麻萌发菌主要分布于我国陕西、云南、甘肃、河南、河北、湖南、湖北、

贵州、新疆、四川、安徽、黑龙江、吉林、广西、海南、福建、内蒙古、西藏及台湾等省区^[2],为天麻(*Gastrodia elata*)有性繁殖时的必要共生菌。天麻种子细小如粉尘,无胚乳及其营养储备,无外源营养供给,种子不能发芽。它的萌发靠小菇属(*Mycena*)一类真菌菌丝侵染种胚提供营养,促使其萌发^[3]。随着天麻药用需求不断增加,野生资源日益匮乏,且人工栽培中以无性繁殖来连续种植,天麻球茎明显退化,侧芽发芽率低等原因,经过有性繁殖培育 0 代天麻或 1 代天麻,再通过无性繁殖扩大种植已成为天麻稳产和高产的重要途径^[4-5]。目前,国内外对天麻萌发菌种质资源研究报道较少,且主要集中在地区优良栽培品种的筛选和生物学特性的研究,如冉孝琴

收稿日期:2015-10-08

基金项目:陕西省科技厅科技统筹创新计划(编号:2012HBGC-20);陕西理工学院人才引进启动项目。

作者简介:虞小燕(1990—),女,安徽安庆人,硕士研究生,从事微生物资源开发利用研究。E-mail:851770849@qq.com。

通信作者:邓百万,教授,主要从事微生物资源保护与开发利用研究。E-mail:2210309868@qq.com。

表 9 添加碳调节剂对小白菜幼苗根系特征参数的影响

处理	根尖数 (条/株)	根长 (cm)	根表面积 (cm ²)	根体积 (cm ³)	根直径 (mm)
CK	—	—	—	—	—
T1	—	—	—	—	—
T2	—	—	—	—	—
T3	32.50a	21.04b	1.78b	0.012ab	0.270a
T4	38.66a	24.07b	2.04b	0.013b	0.272a
T5	33.00a	15.62a	1.44a	0.010a	0.294ab
T6	32.85a	14.09a	1.38a	0.011ab	0.313b

[5]童有为,陈淡飞. 温室土壤次生盐渍化的形成和治理途径研究[J]. 园艺学报,1991,18(2):159-162.

[6]薛晓辉,郝明德. 小麦氮磷肥长期配施对土壤硝态氮淋溶的影响[J]. 中国农业科学,2009,42(3):918-925.

[7]熊严军. 我国土壤污染现状及治理措施[J]. 现代农业科技,2010(8):294-295,297.

[8]徐咏文,段 萍,罗志华. 浅析中国土壤分类的发生与现状[J]. 安徽农业科学,2005,33(10):2003-2004.

[9]褚冰倩,乔文峰. 土壤盐碱化成因及改良措施[J]. 现代农业科技,2011(14):309-311.

[10]杨劲松. 中国盐渍土研究的发展历程与展望[J]. 土壤学报,2008,45(5):837-845.

[11]周增辉,张 娜,韩承华,等. 江苏中南部设施蔬菜盐渍化土壤盐分离子含量及其垂直分布调查[J]. 中国蔬菜,2013(20):39-45.

[12]陈碧华,杨和连,李亚灵,等. 不同种植年限大棚菜田土壤水溶性盐分的变化特征[J]. 水土保持学报,2012,26(1):241-245.

[13]朱宏伟,夏 军,曹国栋,等. 盐渍化弃耕地土壤盐分动态及其影响因素[J]. 土壤,2013,45(2):339-345.

[14]黄凌云,张勇勇,王润屹. 设施土壤盐渍化调查与防治措施的研究[J]. 北方园艺,2011(11):157-159.

[15]黄克民. 菜田土壤存在的问题及改良措施[J]. 现代农业科技,2012(21):246-247.

[16]刘玉国,谭兰兰,卞 龙,等. 盐渍化土壤改良剂的筛选[J]. 农业科技与信息,2013(20):48-50.

[17]张 冈,周志宇,张彩萍. 利用方式对盐渍化土壤中有机质和盐分的影响[J]. 草业学报,2007,16(4):15-20.

[18]顾文婷,董喜存,李文建,等. 盐渍化土壤改良的研究进展[J]. 安徽农业科学,2014,42(6):1620-1623.

[19]王秀丽,张凤荣,王跃朋,等. 农田水利工程治理天津市土壤盐渍化的效果[J]. 农业工程学报,2013(20):82-88.