

基质配方及微肥种类对工业大麻扦插苗形态生理特性的影响

杨桐珲¹, 胡楠¹, 续延国², 张东二², 王晓慧¹, 张秀侠^{1*}, 魏雯雯^{1*}

(1. 吉林省农业科学院, 长春 130033; 2. 长春市农业博览园, 长春 130117)

摘要:工业大麻是近年来的研究热点之一,其作用十分广泛,但扦插苗的成活率及扦插苗品质方面的研究较为少见。本试验将扦插技术应用于工业大麻上,为探讨不同基质及不同微肥对工业大麻扦插苗的影响,试验设置12个基质组合、20种微肥对工业大麻扦插苗进行研究。结果表明:在基质试验中,处理10(草炭土:蛭石:椰糠=2:4:4)的根系发育效果最佳,处理5(草炭土:蛭石:珍珠岩:椰糠=4:2:2:2)次之;处理5的鲜重和干重最高;处理1(草炭土:蛭石:珍珠岩:椰糠=4:4:1:1)的叶绿素含量及叶片含氮量均最高,处理5次之。在微肥试验中,处理18(美加富)的根系发育效果最佳;处理7(硝酸钾)的鲜重最高,处理11(过氧化氢)的干重最高;处理13(腐植酸)的叶绿素含量及叶片含氮量均最高。综合分析表明,草炭土:蛭石:珍珠岩:椰糠=4:2:2:2的组合是最适合工业大麻扦插的基质条件,最佳微肥种类为硝酸钾溶液。

关键词:工业大麻;扦插;基质;微肥

中图分类号:S563.3

文献标识码:A

文章编号:2096-5877(2022)05-0042-05

Effects of Substrate Formula and Micro-fertilizer Types on the Morphological and Physiological Characteristics of Industrial Hemp Cuttage Seedlings

YANG Tonghui¹, HU Nan¹, XU Yanguo², ZHANG Dong'er¹, WANG Xiaohui¹, ZHANG Xiuxia^{1*}, WEI Wenwen^{1*}

(1. Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033; 2. Changchun Modern Agricultural Park, Changchun 130117, China)

Abstract: Industrial hemp is one of the research hotspots in recent years, and its role is very extensive, but its research on the survival rate and the quality of cuttage is relatively rare. In this research, cutting technology was applied to industrial hemp. In order to explore the influence of different substrates and different micro-fertilizers on hemp cuttage, 12 substrate combinations and 20 micro-fertilizers were set up in this study. The results showed that in the substrate test, treatment 10 (turfy soil: vermiculite: coconut husk = 2:4:4) had the best root development effect, followed by treatment 5 (turfy soil: vermiculite: perlite: coconut husk = 4:2:2:2), which had the highest fresh weight and dry weight. Treatment 1 (turfy soil: vermiculite: perlite: coconut husk = 4:4:1:1) had the highest chlorophyll content and leaf nitrogen content, followed by treatment 5. In the micro-fertilizer experiment, treatment 18 (Megafu) had the best root development effect. Treatment 7 (Potassium Nitrate) had the highest fresh weight, and treatment 11 (Hydrogen peroxide) had the highest dry weight. Treatment 13 (Humic Acid) had the highest chlorophyll content and leaf nitrogen content. From a comprehensive analysis point of view, the combination (turfy soil: vermiculite: perlite: coconut husk = 4:2:2:2) has the most suitable substrate condition for hemp cuttage. The best type of micro-fertilizer is potassium nitrate solution.

Key words: Hemp; Cuttage; Substrate; Micro-fertilize

收稿日期: 2021-08-19

基金项目: 基本科研经费项目(c92030201, c02110202); 吉林省农业科技创新工程(CXGC202103GH, CXGC2021DX015)

作者简介: 杨桐珲(1993-), 男, 助理研究员, 硕士, 主要从事工业大麻育种研究。

通讯作者: 张秀侠, 女, 副研究员, E-mail: 447359844@qq.com

魏雯雯, 女, 副研究员, E-mail: xingfu_0070623@163.com

工业大麻是指植株群体花期顶部叶片及花穗干物质的致幻成瘾成分四氢大麻酚(THC)含量<0.3%,不能直接作为毒品利用的大麻作物品种类型^[1],属大麻科、大麻属,为一年生草本植物,别称汉麻、火麻、魁麻等^[2]。在20世纪80年代,我国工业大麻种植面积就达到了16万hm²,是重要的生产国^[3]。工业大麻的作用十分广泛,可应用于纺

织、造纸、食用油、功能保健食品、化妆品、生物能源、建材、新生物复合材料等行业^[4]。近年来,工业大麻的药用价值也逐步揭开面纱,其重要的化学成分大麻二酚(CBD)具有抗炎、抗癫痫、减少焦虑助眠等作用^[5-6],是目前工业大麻的研究热点。

由于工业大麻为异花授粉作物,授粉能力强,种子的变异率高,很难获得持续的纯正品系。所以,目前的研究重点和难点集中在怎样保存优良种源。扦插繁殖是近年来广泛应用的植物繁殖技术之一^[7],能够保持物种的遗传特性,高效、快速、高质量地繁殖幼苗。将扦插技术与工业大麻繁育结合起来,能够达到事半功倍的效果。在国内,其他植物如蓝莓^[7]、粤海竹柳^[8]等均有扦插方面的细致研究,但是关于工业大麻的扦插试验较少,且由于地域、气候等因素影响,导致工业大麻扦插的工作量较大,对于条件的摸索还在进行中。本研究对同一种工业大麻品种进行不同基质、不同试剂的对比扦插试验,以期能够筛选出最优的扦插条件,提高工业大麻扦插育苗的成活率及品质,为工业大麻育种提供一定的理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料

试验地点为吉林省长春农业博览园(125.32°E, 43.88°N)组织培养室。室内温度为25℃,湿度为80%。供试材料为自主选育的工业大麻新品种先麻1号。当植株生长至50 cm以上,具有5~10个侧枝时,取植株上部生长成熟未木质化的健康枝条为试验材料,剪下的枝条长度控制在5~10 cm。

1.2 方法

采用单因素随机区组处理,将草炭土、蛭石、珍珠岩和椰糠按照不同比例进行混合,共12个处理,3次重复,每个重复20株扦插苗(表1)。不同微肥处理试验中,在同一基质扦插条件下,将各种农业生产中常用的微肥配成溶液,在工业大麻幼苗扦插后,每日8:00喷洒一次(表2),直至取样后停止喷洒,共计30次。以50孔穴盘为苗床,枝条插入2 cm深,插入后稍微压实周围基质。每日光处理14 h,暗处理10 h,浇水1~2次,及时查看并处理枯萎、霉变的枝条。

1.3 测定指标

待1个月后,使用直尺对扦插苗的根长进行测量;将扦插苗的根部清洗干净后查出根数;使用叶绿素仪(SPAD-502型)测定扦插苗的叶绿素含量和叶片含氮量;将扦插苗清洗干净并晾干

表1 基质配比比例

编号	草炭土	蛭石	珍珠岩	椰糠
1	4	4	1	1
2	3	2	2	3
3	3	3	2	2
4	2	3	2	3
5	4	2	2	2
6	3	3	1	3
7	3	3	4	0
8	6	2	2	0
9	5	0	5	0
10	2	4	0	4
11	3	3	3	1
12	3	2	5	0

表2 试剂名称及浓度

编号	试剂名称	浓度	编号	试剂名称	浓度
1	微肥 15	1 mL/L	13	腐植酸	0.2 mL/L
				腐植酸	0.2 g/L
2	微肥 25	1 mL/L	14	蔗糖	0.2 g/L
				海藻酸	0.2 g/L
3	微肥 38	1 mL/L			
4	微肥 27	1 mL/L	15	维瑞玛	0.2 mL/L
5	微肥 36	1 mL/L	16	槐糖脂	0.2 mL/L
6	V _{B₆}	0.0002 mL/L	17	吉立挺	0.2 mL/L
7	硝酸钾	0.2 g/L	18	美加富	0.2 mL/L
8	二氢钾	0.2 g/L			
				硫酸钾	0.2 g/L
9	大豆卵磷脂	0.2 g/L	19	微肥 38	0.1 mL/L
				钴	0.1 g/L
10	甲壳素	0.2 g/L			
	硫酸钾	0.2 g/L			
11	过氧化氢	0.2 mL/L	20	自来水	
12	安琪酵母	0.004 g/L			

后,使用电子天平(FA2204型)测量植株鲜重,随后将扦插苗放置一周,自然阴干后,使用电子天平(FA2204型)测量植株干重。

1.4 数据处理

采用DPS 18.10对数据进行分析处理,用新复极差法比较不同处理之间的差异($P<0.05$)。

2 结果与分析

2.1 不同基质配方对工业大麻扦插苗生长的影响

2.1.1 不同基质配方对工业大麻扦插苗根系生长的影响

根是植物最重要的营养器官,根系的生长情

况在植物生长发育过程中影响巨大^[8]。本试验不同配方基质对工业大麻根长和根条数具有显著影响。由表3可知,处理10的根长最长(16.12 cm),处理5次之(15.83 cm),处理10和处理5的根长显著高于处理1、处理2、处理7、处理8、处理9、处理11和处理12,处理1、处理2、处理3、处理4、处理6根长相近,处理8的根长最短(5.31 cm)。不同基质配方对根系条数同样具有影响,处理7的根系条数最多(14个),处理11次之(10.6个),处理2的根系条数最少(4.4个)。处理10的根长最长,在同等条件下意味着其能够深扎根,吸取更多营养,虽然处理7的根数最多,但其根长较短,在其进入

快速生长期时可能不占优势。综上所述,根系发育表现最好的为处理10。

2.1.2 不同基质配方对工业大麻扦插苗鲜重和干重的影响

植物的鲜重和干重体现了物质积累量的多少,同样体现了植物生长发育中植物生长的营养是否充足。从表3可知,处理5的植株鲜重和干重均最高,分别为1.31 g和0.23 g,显著高于处理8和处理12。处理8的干重最少,为0.13 g。处理1、处理2、处理3、处理8、处理9、处理10和处理12的植株鲜重均显著低于处理5,处理1的植株鲜重最低,为0.76 g,其他处理间的植株鲜重和干重均无显著差异。

表3 不同基质处理下的工业大麻扦插苗的生长情况

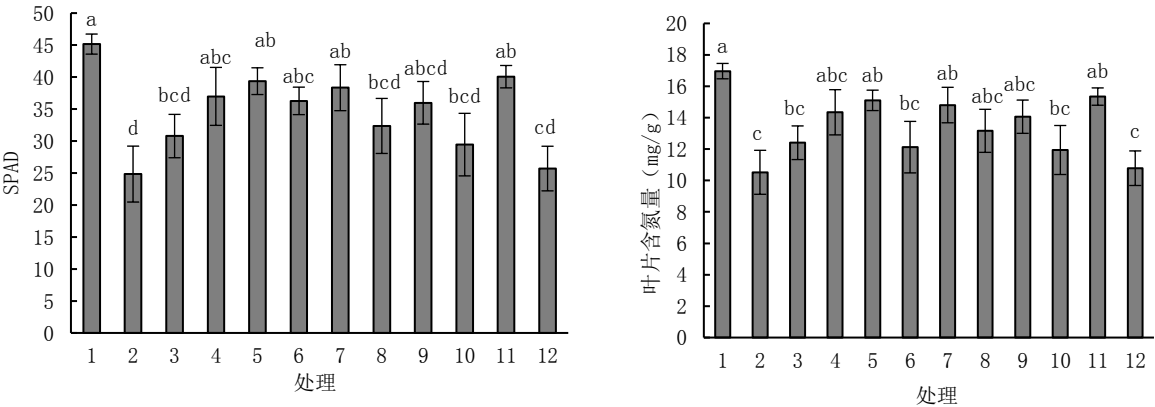
编号	根长(cm)	根数(个)	植株鲜重(g)	植株干重(g)
1	10.58±0.64bc	7.2±0.66bc	0.76±0.06d	0.2±0.024abc
2	11.21±1.85b	4.4±0.4c	0.82±0.06d	0.17±0.013abc
3	11.96±1.05ab	7.2±1.35bc	0.85±0.11cd	0.17±0.033abc
4	12.43±1.43ab	6.6±2.22bc	1.24±0.11ab	0.21±0.037abc
5	15.83±2.43a	5.8±0.66bc	1.31±0.12a	0.23±0.025a
6	13.42±1.5ab	8±2.54bc	1.21±0.08abc	0.16±0.013abc
7	8.76±0.77bcd	14±1.3a	1.21±0.18abc	0.19±0.03abc
8	5.31±1.2d	8.4±1.43bc	0.81±0.08d	0.13±0.022c
9	6.41±0.86cd	7.6±0.51bc	0.89±0.07bcd	0.16±0.012abc
10	16.12±2.61a	8.8±1.01bc	0.92±0.13bcd	0.2±0.026abc
11	9.25±0.35bcd	10.6±1.69ab	1.06±0.07abcd	0.22±0.019ab
12	8.93±0.45bcd	8.6±1.72bc	0.79±0.11d	0.14±0.027bc

注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著(P<0.05),下同

2.1.3 不同基质配方对工业大麻叶绿素含量及叶片含氮量的影响

植物的叶绿素含量一定程度上反映了植物的光合作用强弱,叶片含氮量同样受到光合作用的影响。从图1可知,叶绿素含量与叶片含氮量在各处理间呈现相同的变化趋势,叶绿素含量及叶

片含氮量均为处理1表现最好,SPAD值和叶片含氮量分别为(45.16±1.57)和(16.96±0.49)mg/g。处理3、处理4、处理5、处理6、处理7、处理8、处理9、处理10和处理11的叶绿素含量及叶片氮含量次之,且各处理间无显著性差异,处理2和处理12的叶绿素含量和叶片氮含量最低。



注:不同小写字母表示差异显著(P<0.05),下同

图1 不同基质处理下工业大麻扦插苗的叶绿素含量及叶片含氮量

2.2 喷施微肥种类对工业大麻扦插苗生长的影响

2.2.1 喷施微肥种类对工业大麻扦插苗根系生长的影响

本试验表明,喷施不同微肥对工业大麻根系的生长具有显著影响。从表4可知,处理18、处理8和处理7根长较长(分别为14.01 cm、13.98 cm和13.83 cm),显著高于处理1、处理2、处理3、处理4、处理5和处理20;处理15的根系长度次之,显著高于处理1和处理2;处理9的根系长度显著高于处理2;处理2的根系长度最短(5.51 cm),其他处理间差异不显著。处理13和处理14的根系条数较多,分别为14.33个和14.67个,显著高于处理

9、处理15、处理19;处理15的根系条数最少(5.67个),显著低于处理2、处理12、处理13、处理14和处理20,其他处理间的根系条数差异不显著。

2.2.2 喷施微肥种类对工业大麻扦插苗鲜重和干重的影响

从表4可知,处理7的植株鲜重最多(1.22 g),显著高于处理1、处理2、处理3、处理10、处理16、处理17、处理19、处理20;处理9(1.16 g)和处理11(1.17 g)的植株鲜重次之,处理2的鲜重最少(0.55 g)。处理11的干重最多(0.27 g),显著高于处理1、处理2、处理3、处理6、处理8、处理13、处理14、处理15、处理17、处理19、处理20;其余处理间差异不显著。

表4 不同试剂处理的工业大麻扦插苗的生长情况

编号	根长(cm)	根数(个)	植株鲜重(g)	植株干重(g)
1	6.51±0.42de	8.33±1.76bcde	0.75±0.061de	0.15±0.025bc
2	5.51±0.41e	14±1abc	0.55±0.092e	0.11±0.015c
3	8.44±1.77ede	11.33±0.88abcde	0.82±0.017ede	0.13±0.024bc
4	7.49±0.6cde	8.67±0.33abcde	1.13±0.026abc	0.21±0.023ab
5	7.9±1.54cde	11.67±1.45abcde	1.04±0.089abcd	0.2±0.003ab
6	9.52±0.24abcde	11.67±2.33abcde	0.98±0.139abcd	0.17±0.017bc
7	13.83±0.23ab	11.33±1.2abcde	1.22±0.02a	0.21±0.018ab
8	13.98±3.39a	11±1.73abcde	0.96±0.051abcd	0.17±0.014bc
9	11.61±3.03abcd	6.67±1.2de	1.16±0.137ab	0.22±0.028ab
10	8.83±0.63abcde	11.67±2.02abcde	0.87±0.096bcd	0.19±0.011abc
11	10.52±0.84abcde	8.67±1.76abcde	1.17±0.062ab	0.27±0.041a
12	8.83±0.22abcde	13.67±1.85abc	1.05±0.059abcd	0.18±0.013abc
13	9.01±1.48abcde	14.33±4.37ab	0.93±0.076abcd	0.15±0.017bc
14	10.87±1.84abcde	14.67±1.45a	0.96±0.132abcd	0.17±0.035bc
15	12.41±1.21abc	5.67±0.88e	0.96±0.098abcd	0.17±0.018bc
16	8.61±1.06bcde	10±1.52abcde	0.87±0.071bcd	0.18±0.006abc
17	9.06±0.98abcde	10.67±2.4abcde	0.88±0.06bcd	0.13±0.015bc
18	14.01±3.36a	11±1.53abcde	1.11±0.219abc	0.21±0.051ab
19	8.72±0.45abcde	8±1ede	0.75±0.087de	0.16±0.059bc
20	8.18±0.31cde	12.33±1.76abcd	0.82±0.082cde	0.14±0.005bc

2.2.3 喷施微肥种类对工业大麻叶绿素含量及叶片含氮量的影响

从图2可知,叶绿素含量与叶片含氮量在处理间呈现相同的趋势,处理13的叶绿素含量及叶片含氮量均最高,SPAD值和含氮量分别为38.03和14.67 mg/g,处理20的叶绿素含量及叶片含氮量最低,SPAD值和含氮量分别为18.9和8.63 mg/g,处理1、处理2、处理3、处理4、处理5、处理6、处理7、处理8、处理10、处理11、处理12、处理13、处理14、处理15、处理16、处理17、处理18、处理19之间

差异不显著,处理9和处理20显著低于处理13。

3 结论与讨论

3.1 不同基质对工业大麻扦插苗的影响

经前期工作发现,工业大麻扦插苗在适宜的环境下成活率能达到95%以上,所以将扦插技术应用到工业大麻的繁育工作是非常适用的。

基质和激素都是影响植物扦插的重要因素^[9-11]。常见的基质包括草炭土、蛭石、珍珠岩、椰糠等,众多扦插研究^[12-14]发现,各基质有其各自的

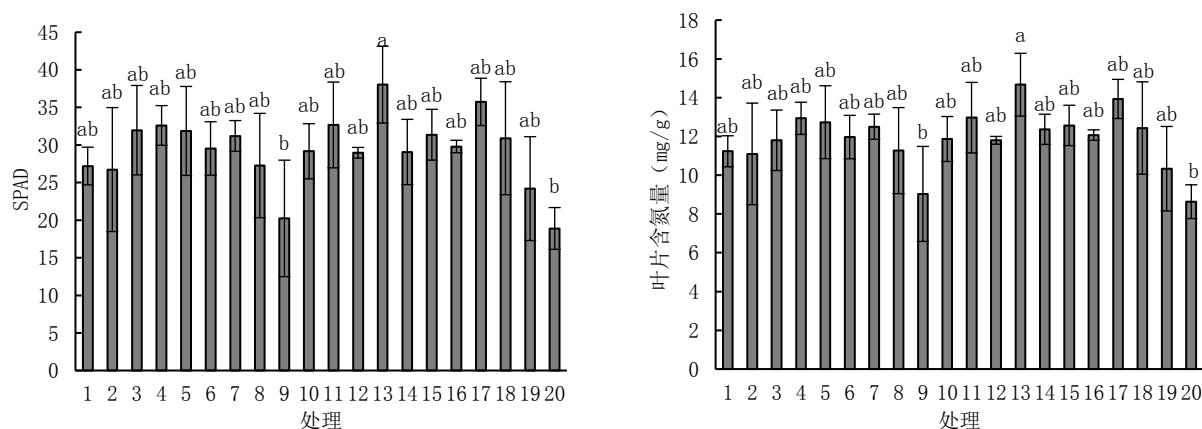


图2 不同试剂处理下工业大麻扦插苗的叶绿素含量及叶片含氮量

优劣势,草炭土富含有机质,保水和持水能力强,但是透气性差;珍珠岩不易分解,利于排水和通气;蛭石含有较多的钙、镁、钾、铁等,有较强的保肥能力和缓冲能力,但其缺点是易碎;椰糠具有良好的保水性,能够减少水分流失,防止植物根系腐烂,但是无任何营养。从上述结果中可以看到,在根系发育过程中,处理10的基质配比为草炭土:蛭石:椰糠=2:4:4,蛭石能够保证植物的疏水性和透气性,草炭土能够在一定程度上供给扦插苗所需营养,椰糠保水性和透气性较好。在供水充足的情况下,能让扦插苗有良好的透气性,才能使得根发育优良。同样,处理5的基质配比为草炭土:蛭石:珍珠岩:椰糠=4:2:2:2,草炭土提供了扦插苗所需营养,新加入的珍珠岩同样有良好的透水性,它们构成了一个有利于植物生长的平衡比例,能够有效地保证工业大麻扦插苗根的生长发育;在测量鲜重和干重后发现,处理5的鲜重和干重最高,原因可能是由于处理5的基质配方有利于扦插苗的营养积累,可以预见在之后的高速生长期,使用处理5基质配方的工业大麻扦插苗更有优势;在叶绿素含量和叶片含氮量的测定中,处理1表现最好,原因可能是由于处理1的基质配方中,蛭石比例占到4成,在其他条件一致的情况下,矿物质是影响光合作用的一种重要因素,在12个处理中处理1是蛭石比例最高的,所以呈现出了这种效果。结果表明草炭土:蛭石:珍珠岩:椰糠=4:2:2:2的组合是最适合工业大麻扦插的基质条件。

3.2 不同微肥对工业大麻扦插苗的影响

本试验采用20种常见的微肥,喷洒于工业大麻扦插苗生长发育时期。从结果中可以看到,综合比较后最佳为硝酸钾溶液,其作为一种复合肥,对植物能够产生积极作用。熊明彪等^[15]在氮

肥基础上施加钾肥,对冬小麦的根系有促进作用,能够提高根系活力,并且其根系的变化能够带动产量提高,刘子琪等^[16]对水稻施加适量的钾肥,能使其秧苗更加健壮,增加干物质的积累,对产量有积极的影响,与本试验的结果相一致。但是在本试验中,处理8、处理10及处理19同样含有钾肥,但是其表现出的性状与硝酸钾溶液大相径庭,由此可以推断出氮肥在工业大麻扦插的过程中也会产生积极的影响。

对工业大麻扦插的条件进行进一步优化是接下来的研究重点,将基质和试剂结合起来,或许能达到一个更好的效果,为育种工作奠定良好的基础。

参考文献:

- [1] 张庆滢,郭 蓉,许艳萍,等.不同类型地膜覆盖对工业大麻生长和产量的影响[J].中国麻业科学,2020,42(5):239-243.
- [2] 曹 焜,王晓楠,孙宇峰,等.中国工业大麻品种选育研究进展[J].中国麻业科学,2019,41(4):187-192.
- [3] Elma M J Salentijn, Qingying Zhang, Stefano Amaducci, et al. New developments in fiber hemp(*Cannabis sativa* L.)breeding[J]. Industrial Crops & Products, 2015, 68: 32-41.
- [4] 黄华莹.浅谈工业大麻的应用[J].泸天化科技,2020(1):22-24.
- [5] Anderson L A, Goodman R A, Holtzman D, et al. Aging in the United States: Opportunities and Challenges for Public Health [J]. American Journal of Public Health, 2012, 102(3): 393-395.
- [6] Park Kang Min, Kim Sung Eun, Lee Byung In. Antiepileptic Drug Therapy in Patients with Drug-Resistant Epilepsy[J]. Journal of epilepsy research, 2019, 9(1): 14-26.
- [7] 李建辉.蓝莓扦插繁殖技术[J].林业与生态,2020(6):38-39.
- [8] 洪文君,申长青,刘 强,等.不同激素和基质对粤海竹柳扦插生根的影响[J].林业科技通讯,2015(11):39-41.
- [9] Ma M, Wendehenne D, Philippot L, et al. Physiological significance of pedospheric nitric oxide for root growth, development, and organismic interactions[J]. Plant Cell and Environment, 2020, doi: 10.1111/pce.13850.

(下转第56页)

黑胫病和三七根腐病,已获作为微生物农药在农业农村部登记注册,累计推广面积超过4 667 hm²[19-20]。实践证明,芽孢杆菌生防制剂在农业生产实现大范围应用虽然仍存在问题,如定植的稳定性、抗菌物质的复杂性及外界环境的多样性影响等[18]。但芽孢杆菌生防制剂具备无毒、无残留、对人畜安全、环境相容性好等传统农药无法实现的优点[21],随着对食品和生态安全要求的日益严格,芽孢杆菌生防制剂必将会有广阔的应用前景。

本研究从药用植物库拉索芦荟中分离得到一株具有显著抑菌效果的枯草芽孢杆菌,将为生防制剂的开发和应用提供宝贵的微生物资源,后期将进一步展开该枯草芽孢杆菌抗菌物质的分离及抗菌的分子机理研究。

参考文献:

- [1] Archana G R F S. Enhanced growth and nodulation of pigeon pea by co-inoculation of *Bacillus* strains with *Rhizobium* spp.[J]. Bioresource Technology, 2008, 99(11): 4544-4450
- [2] 李 军,李 白,高广春.药用植物内生菌抑菌作用研究进展[J].浙江农业科学,2017,58(11): 1989-1992.
- [3] 卢占慧,周如军,袁 月,等.人参内生拮抗细菌分离鉴定及其对人参菌核病抑菌作用研究[J].中国植保导刊,2016, 36(3): 5-10.
- [4] 赵龙飞,徐亚军,赖心河,等.枸骨益生菌的筛选及其抑菌作用[J].应用生态学报,2015,26(5): 1553-1562.
- [5] 尹建雯,陈有为,杨丽源,等.芦荟植物内生真菌的研究 I. 内生真菌的分离及鉴定[J].微生物学杂志,2004,24(1): 25-26.
- [6] 尹建雯,陈有为,李治滢,等.芦荟植物内生真菌的研究 II. 抗菌活性初探[J].微生物学杂志,2004,24(2): 30-33.
- [7] 华 春.库拉索芦荟的抑菌作用[J].南京师大学报(自然科学版),2004,27(1): 90-93.
- [8] 王莉衡,柯 杨,强 毅,等.芦荟内生菌内生哈茨木霉 LH-7 对植物病原菌的抗性[J].应用生态学报,2014,25(4): 1130-1136.
- [9] 布坎南 R E,吉本斯 N E.伯杰氏细菌鉴定手册[M].北京:科学出版社,1984: 729-759.
- [10] 张金花,王博文,丁 岩,等.转基因大豆种质资源对大豆疫霉根腐病的抗性评价[J].东北农业科学,2019,44(4): 43-45,49.
- [11] 东秀珠,蔡妙英.常见细菌系统鉴定手册[M].北京:科学出版社,2001: 349-370.
- [12] 杨本寿,苗翠苹,张建华,等.飞龙斩血内生菌种群分布及抑菌活性检测[J].微生物学报,2014,54(3): 276-284.
- [13] 王树雪,魏艳敏,尚巧霞,等.三株拮抗细菌的鉴定及抑菌作用研究[J].中国生物防治学报,2013,29(4): 647-654.
- [14] 关欢欢,许华民,李寿如,等.蛭石基质中马铃薯疮痂病防治后可培养菌群的变化分析[J].东北农业科学,2020,45(5): 57-61.
- [15] 徐洪宇,孙兴权,张 强,等.枯草芽孢杆菌有机肥对土壤条件及烤烟产质量的影响[J].湖南农业科学,2017(7): 55-58.
- [16] 陈立华,常义军,王长春,等.枯草芽孢杆菌 D9 生物有机肥对连作芦蒿扦插苗枯萎病病害防控研究[J].农业资源与环境学报,2016,33(1): 66-71.
- [17] 黄 曦,许兰兰,黄荣韶,等.枯草芽孢杆菌在抑制植物病原菌中的研究进展[J].生物技术通报,2010(1): 24-29.
- [18] 齐爱勇,赵绪生,刘大群.芽孢杆菌生物防治植物病害研究现状[J].中国农学通报,2011,27(12): 277-280.
- [19] 孙光忠,彭超美.微生物杀菌剂及其混配剂防治水稻纹枯病的田间药效试验[J].农药科学与管理,2008(11): 33-34.
- [20] 陈志谊.芽孢杆菌类生物杀菌剂的研发与应用[J].中国生物防治学报,2015,31(5): 723-732.
- [21] 宋本超,赵冬梅,杨志辉,等.解淀粉芽孢杆菌 Z17-2 的发酵条件优化[J].东北农业科学,2021,46(2): 47-51.

(责任编辑:王 昱)

(上接第 46 页)

- [10] 陈智涛,刘德浩,廖文莉,等.不同基质对苦郎树嫩枝扦插的影响[J].安徽农业科学,2020,48(4): 106-107,111.
- [11] 杜丽敏,陈 培,陈显臻,等.不同因子对树葡萄扦插生根影响研究[J].中国南方果树,2019,48(1): 59-61,88.
- [12] 王 丽,张亚菲,黄俊华,等.不同基质对新疆圆柏扦插生根能力的影响[J].江苏农业科学,2019,47(11): 177-181.
- [13] 邱子文,林永盛,向旭文,等.基质和生根剂处理对千层金扦插繁育的影响[J].森林与环境学报,2020,40(6): 648-653.
- [14] 罗素梅,周勇辉,张远福,等.不同扦插基质对金边瑞香扦插生根的影响[J].南方林业科学,2020,48(5): 41-43,61.
- [15] 熊明彪,田应兵,熊晓山,等.钾肥对冬小麦根系营养生态的影响[J].土壤学报,2004(2): 285-291.
- [16] 刘子琪,华利民,陈 玥,等.钾肥对水稻秧苗素质及营养吸收的影响[J].辽宁农业科学,2020(1): 45-48.

(责任编辑:刘洪霞)