

不吸水链霉菌公主岭新变种对大豆生长和产量的影响

杜 茜^{1,2}, 初佳芮^{1,3}, 汪洋洲¹, 袁凤玲¹, 张正坤¹, 路 杨¹, 徐文静¹, 隋 丽¹, 陈 光³, 潘洪玉², 李启云^{1*}

(1. 吉林省农业科学院植物保护研究所, 吉林公主岭 136100; 2. 吉林大学植物科学学院, 吉林长春 130062; 3. 吉林农业大学生命科学学院, 吉林长春 130118)

摘要 [目的]明确农抗 769 作为免疫诱抗剂在大豆不同生育期和生长环境下对其产生的影响。[方法]以农用生防菌不吸水链霉菌公主岭新变种(农抗 769)为试验材料,采用盆栽、田间种植等方法研究了该链霉菌对大豆生长的促生作用。[结果]不同品种的大豆对农抗 769 菌液的敏感性不同,其中农抗 769 菌液浇灌处理的大豆出苗率可提高 1.2%~16.9%。不同生育期和种植环境大豆株高、茎粗、叶面积及根系等生长势指标的变化略有不同,各项指标的增长最多分别可达 19.63%、37.35%、23.22% 和 19.92%,不吸水链霉菌公主岭新变种菌液对大豆生长的促生效果明显。菌液浇灌可提高大豆产量,其贡献在于促进大豆结荚数的增加。[结论]农抗 769 菌液对大豆出苗、生长及产量均具有促进作用。

关键词 不吸水链霉菌公主岭新变种;大豆;促生作用

中图分类号 S476 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)06-0130-03

Effect of *Streptomyces ahygroscopicus gongzhulingensis* n. var. on Growth and Yield of Soybean

DU Qian^{1,2}, CHU Jia-rui^{1,3}, WANG Yang-zhou¹ et al (1. Plant Protection Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling, Jilin 136100; 2. College of Plant Science, Jilin University, Changchun, Jilin 130062; 3. College of Life Science, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118)

Abstract [Objective] The aim was to clear effect of *Streptomyces ahygroscopicus gongzhulingensis* n. var. on growth and yield of soybean. [Method] The pot trials and field experiments were used to investigate effect of *Streptomyces ahygroscopicus gongzhulingensis* n. var (Nong-kang 769) on soybean growth, development and production. [Result] The watering with *S. gongzhulingensis* solutions significantly promoted the soybean emergence rate and growth as judged from plant height, stem diameter, leaf size and root length, and they were increased by 1.2%–16.9%, 19.63%, 37.35%, 23.22% and 19.92%, respectively. This enhancement was also observed in soybean production. Watering with *S. gongzhulingensis* solutions increased pod number but not 100-seed weight. [Conclusion] It is demonstrated that *S. gongzhulingensis* has significant potential for the improvement of soybean growth and seed production.

Key words *Streptomyces ahygroscopicus gongzhulingensis* n. var.; Soybean (*Glycine max*); Effect of growth promotion

大豆是世界上主要的油料作物、饲料作物及重要的工业原料。不吸水链霉菌公主岭新变种(*Streptomyces ahygroscopicus gongzhulingensis* n. var. Uan et Zhang 1974)(农抗 769)是一株对真菌有广谱抑菌作用的生防放线菌菌株,其代谢产物被称为公主岭霉素,是一种自然生物合成的混合制剂,曾被应用于水稻、高粱、小麦等作物土传病害的防治,具有广泛的抑菌谱,对多种蔬菜和大田作物的病原菌具有较好的拮抗作用^[1],前期试验中观察到其对植物具有免疫诱抗的作用特点,可促进植物生根、发芽、生长势及抗逆性。基于此,笔者以大豆为试验材料,深入系统地调查了施用农抗 769 菌液对大豆生长的影响,明确了农抗 769 作为免疫诱抗剂在大豆不同生育期和生长环境下对其产生的影响。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 植物材料。大豆品种:九农 21(高感,生产品种)、Jack(中感,模式品种)、沈农 9 号(中感,生产品种)、Williams82(高抗,模式品种)、吉育 71(高抗,生产品种),均由吉林省农业科学院转基因大豆课题组提供。

1.1.2 生防菌。农抗 769:吉林省农业科学院植物保护研究所生物农药实验室保存,以改良的高氏 1 号培养基(769-1)

培养^[1]。

1.2 方法

1.2.1 大豆出苗率的测定。采用盆栽法,从大豆播种开始,持续以 1×10^4 cfu/mL 农抗 769 菌液适时浇灌,以清水浇灌为对照,在温室中培养,至大豆不再出苗为止,连续多日记录并统计大豆的出苗情况。共设 5 组重复,每个重复 100 粒种子。

1.2.2 大豆生长势的测定。在盆栽和田间 2 种生长条件下,播种后持续以 1×10^4 cfu/mL 农抗 769 菌液适时浇灌,以清水浇灌作为对照,待植株生长至第 1 片复叶完全展开时,随机取样,测定株高、三出复叶中间叶的叶面积、茎直径和主根长度等生长指标,共设 5 组重复,每个重复 30 株。

1.2.3 大豆产量性状的测定。大豆播种后以 1×10^4 cfu/mL 农抗 769 菌液适时浇灌,以清水浇灌作为对照。收获大豆后,每组处理随机选取 50 株测定与产量相关的各项指标,包括单株总豆荚数、豆荚重及百粒重等。豆荚重的测定选取粒数为 3 的豆荚,每组称量 50 个。共设 3 次重复。

1.2.4 数据统计。采用 Excel 2007 处理数据并制图,采用 DPS v7.05 软件进行方差分析和多重比较,应用 Duncan's 新复极差法(SSR 法)进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 施用农抗 769 对大豆种子出苗率的影响 种子萌发并破土出苗是种苗建成的第 1 步,种子萌发和出土能力受到很多因素的影响,如温度、土壤水分、种子深度等^[2],而种子大小^[3]、种子活力、芽势等种子自身的特性也同样影响着种苗

基金项目 吉林省科技发展规划重点科技攻关项目(20160204008NY);吉林省农业科技创新工程重大项目(CXGC2017ZD006)。

作者简介 杜茜(1979—),女,河北宣化人,副研究员,硕士,从事微生物农药及分子生物学研究。*通讯作者,研究员,博士,从事生物农药研究。

收稿日期 2017-11-24

的建成。由表 1 可知,播种后以 1×10^4 cfu/mL 农抗 769 菌液浇灌,5 个品种的出苗率均高于清水对照,表明农抗 769 的施用可提高豆种的出苗率,其中农抗 769 对沈农 9 号、Williams82 的出苗率影响较大,比清水对照分别提高了 16.90% 和 15.07%,而对九农 21 的出苗率的影响最小,仅比对照提高了 1.20%。不同品种的出苗率增长幅度有所不同,农抗 769 影响下 5 个品种出苗率提高幅度为沈农 9 号 > Williams82 > Jack > 吉育 71 > 九农 21。上述试验结果表明,农抗 769 菌液可提升大豆种子的活力和芽势,但由于品种特性的差异,不同品种对农抗 769 诱导反应的敏感度有所不同,其中以沈农 9 号和 Williams 82 对农抗 769 的诱抗反应最敏感。

表 1 农抗 769 对大豆出苗率的影响

Table 1 Effects of *Streptomyces ahygroscopicus gongzhulingensis* n. var. on the emergence rate of soybeans

大豆品种 Soybean cultivars	处理 Treatment	总出苗数 Seedling number//株	出苗率 Emergence rate//%	出苗率变化率 Change rate of emergence rate//%
九农 21	菌液浇灌	84	93.33	1.20
Jiunong 21	清水浇灌	83	92.22	
吉育 71	菌液浇灌	78	86.67	8.33
Jiyu 71	清水浇灌	72	80.00	
沈农 9 号	菌液浇灌	83	92.22	16.90
Shennong 9	清水浇灌	71	78.89	
Jack	菌液浇灌	83	92.22	10.07
	清水浇灌	75	83.33	
Williams82	菌液浇灌	84	93.33	15.07
	清水浇灌	73	81.11	

2.2 施用农抗 769 对大豆幼苗生长势的影响 由图 1~2 可知,以农抗 769 菌液浇灌大豆,不同生育期和生长环境中沈农 9 号和 Williams82 这 2 个品种在表型上表现出一致的变化趋势,但同一品种的大豆在温室中栽培和在大田条件下幼苗期却表现出不同的生长趋势,与清水对照相比,各指标表现出来的差异显著不同。温室盆栽的大豆,农抗 769 浇灌促进了大豆幼苗的生长,沈农 9 号的株高和茎粗分别比对照增加了 14.94% 和 10.00%,Williams82 分别增加了 19.63% 和 15.00%。田间种植的大豆株高和茎粗却比对照有所降低,沈农 9 号分别降低了 19.93% 和 5.58%,Williams82 分别降低了 5.97% 和 15.52%。盆栽和大田种植的大豆,农抗 769 的引入均对大豆根系的生长有显著的促进作用,盆栽条件下,沈农 9 号和 Williams82 的主根长度比对照分别增长了 5.10% 和 15.37%,田间种植分别增加了 8.28% 和 16.41%;大豆幼苗的叶片在农抗 769 的影响下呈现缩小的趋势,沈农 9 号盆栽时叶面积降低了 26.81%,大田种植降低了 13.38%,Williams82 盆栽时叶面积降低了 13.02%,大田种植降低了 2.23%。农抗 769 诱导下田间种植的大豆在分枝期各项指标均呈现增强的趋势,沈农 9 号在株高、茎粗、叶面积和主根长 4 个方面分别比对照增加了 9.79%、8.70%、10.74% 和 19.92%,而 Williams82 也分别增加了 16.80%、37.35%、23.22% 和 2.65%。

由图 3~4 可知,不同的生长环境和生育期,大豆面对农

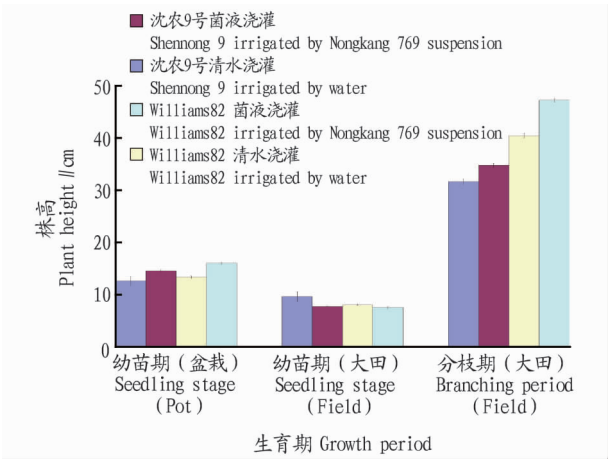


图 1 农抗 769 对大豆幼苗株高的影响

Fig. 1 Effects of *Streptomyces ahygroscopicus gongzhulingensis* n. var. on the plant height of soybean

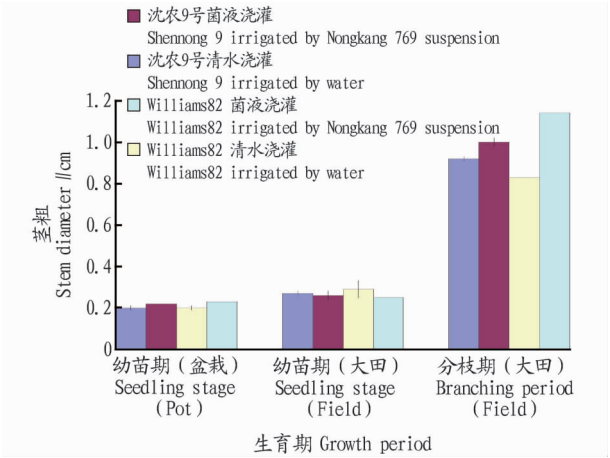


图 2 农抗 769 对大豆幼苗茎粗的影响

Fig. 2 Effects of *Streptomyces ahygroscopicus gongzhulingensis* n. var. on the stem diameter of soybean

抗 769 的诱导所表现出的生长特征有所不同。在大豆的幼苗期,与对照相比在生长环境较为优越的温室中表现为植株高且粗壮,叶片变小,主根增长,根系发达,而在生长环境较为恶劣的大田中则表现为植株较矮,茎粗,叶面积较大,主根增长,根系发达。比较发现 2 种生长环境中植株的根系较对照都更为发达。不同生长环境的 2 种表型是大豆更适应生长环境的表现。大田栽培的大豆长至分枝期,各项生长指标较对照均更有优势,随着大豆的生长,田间生长环境中农抗 769 菌液对大豆的促生作用日渐凸显,在大豆分枝期大豆株高、茎粗、叶面积及主根长度等生长指标均优于对照,更有利于储备养分,从而改善其生育状况,促进结实。农抗 769 菌液对盆栽与田间种植的大豆的生长势产生的影响不同,可能与田间生长环境复杂、影响因素多有关。但田间种植的大豆在分枝期各项生长势指标均较对照高,表明农抗 769 施用在大豆生长不同的生育期均具有促生作用,但作用效果是否显著与生长环境和品种有关。农抗 769 的引入可以促进大豆在生育期内生长势的增加,为大豆的增产打下良好的基础。

2.3 施用农抗 769 对大豆产量性状的影响 大豆生育状况

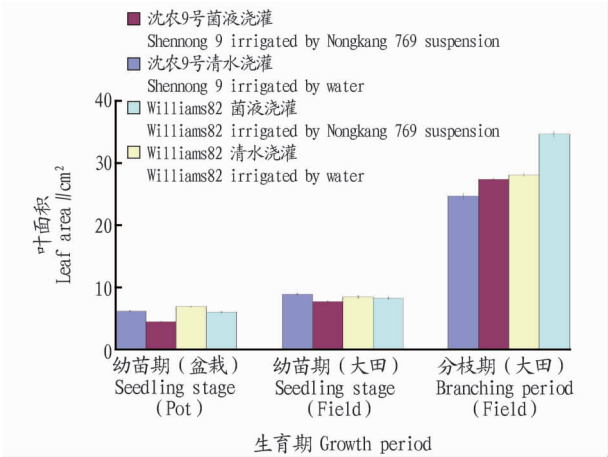


图3 农抗769对大豆幼苗叶面积的影响

Fig. 3 Effects of *Streptomyces ahygroscopicus gongzhulingensis* n. var on the leaf area of soybean

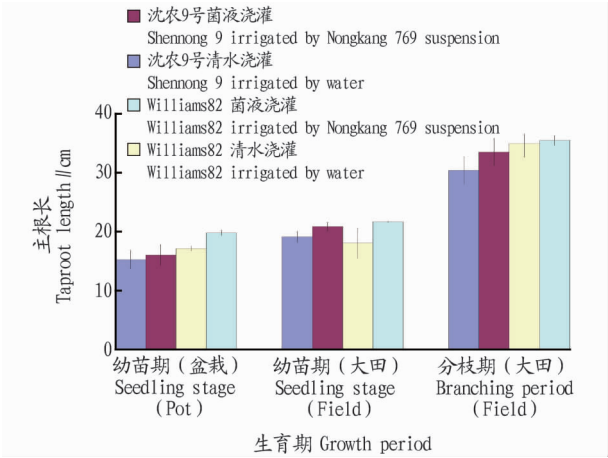


图4 农抗769对大豆幼苗主根长的影响

Fig. 4 Effects of *Streptomyces ahygroscopicus gongzhulingensis* n. var on the root length of soybean

和产量的变化受品种遗传^[4]、无机矿质营养^[5]、土壤水分^[6-8]、播种密度^[9]、栽培模式与技术^[10-13]等因素的影响。由图5~7可知,相同的种植条件下,农抗769菌液浇灌下的大豆单株总豆荚数高于清水处理,其中沈农9号比对照提高了5.60%,Williams82比对照提高了31.53%。施用农抗769显著提高了豆荚重,沈农9号和Williams82的豆荚重分别较对照提高了11.7%和10.4%。但农抗769菌液对大豆百粒重的影响不显著,Williams82和沈农9号分别比对照高出0.23%和0.07%。农抗769菌液浇灌下的大豆收获后,总豆荚数、豆荚重、百粒重均高于清水处理,表明田间施用农抗769可提高大豆产量,贡献主要在于促进大豆的分枝和结荚,提高的幅度与大豆品种有关。

3 结论与讨论

农抗769的施用可提高大豆种子的出苗率,出苗率提高的幅度与大豆品种有关。农抗769的施用对大豆苗期生长具有一定的促生增效和提高抗逆能力的作用,农抗769菌液能够增加分枝期大豆的分枝数量和大豆单株节荚数量从而提高大豆产量,同时农抗769因其对农作物病原菌具有直接

的拮抗作用,具有降低大豆病害发生的潜力,可为大豆稳产高产打下良好基础,表明在大豆栽培过程中农抗769在田间具有良好的推广应用价值。农抗769可作为发展绿色生态农业的微生物菌剂的投入品,该研究结果对农抗769作为微生物肥料的菌种及其生产实践具有重要的指导意义。

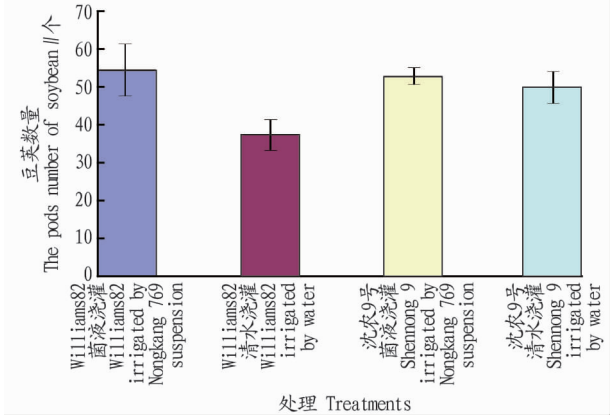


图5 农抗769对收获后大豆豆荚数量的影响

Fig. 5 The effects of *Streptomyces ahygroscopicus gongzhulingensis* n. var on the pods of soybean

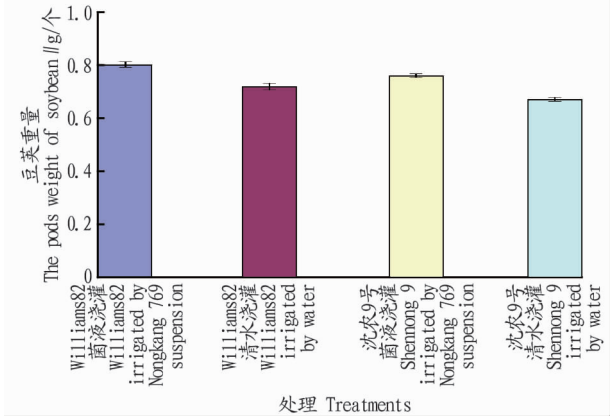


图6 农抗769对收获后大豆豆荚重量的影响

Fig. 6 Effects of *Streptomyces ahygroscopicus gongzhulingensis* n. var on the pods weight of soybean

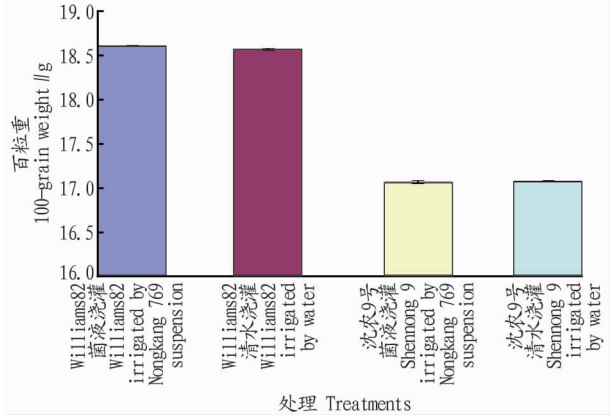


图7 农抗769对收获后大豆百粒重的影响

Fig. 7 Effects of *Streptomyces ahygroscopicus gongzhulingensis* n. var on the 100-seed weight of soybean

表 6 相对不确定度的分量及合成不确定度
Table 6 Relative standard uncertainty component

不确定度 Uncertainty	不确定度来源 Source of uncertainty	马拉硫磷 Marla sulphur phosphorous	氧化乐果 Omethoate	三唑磷 Triazophos	水胺硫磷 Isocarbophos
$U_{rel(p)}$	标准品纯度	0.000 320	0.001 400	0.001 200	0.001 900
$U_{rel(v)}$	标准储备液定容	0.011 850	0.011 850	0.011 850	0.011 850
$U_{rel(ms)}$	标准系列溶液配制	0.015 680	0.015 684	0.015 684	0.015 684
$U_{rel(sv)}$	标准曲线拟合	0.013 090	0.020 287	0.005 737	0.023 980
$U_{rel(m)}$	样品称量	0.000 082	0.000 082	0.000 082	0.000 082
$U_{rel(sav)}$	体积量取	0.007 457	0.007 457	0.007 457	0.007 457
$U_{rel(A)}$	回收率	0.116 400	0.122 800	0.117 000	0.108 900
$U_{rel(w)}$	重复性	0.012 350	0.015 930	0.046 670	0.012 360
U_{rel}	合成	0.118 900	0.125 600	0.127 700	0.111 600

表 7 元胡中 4 种有机磷农药残留含量扩展不确定度
Table 7 Expanded uncertainty of content of four organophosphorus pesticides in *Corydalis yanhusuo*

农药 Pesticide	实测值 The measured values// $\mu\text{g/kg}$	扩展不确定度 Expanded uncertainty
马拉硫磷 Marla sulphur phosphorous	0.048 57	0.011 55
氧化乐果 Omethoate	0.065 34	0.016 41
三唑磷 Triazophos	0.043 14	0.011 02
水胺硫磷 Isocarbophos	0.058 36	0.013 02

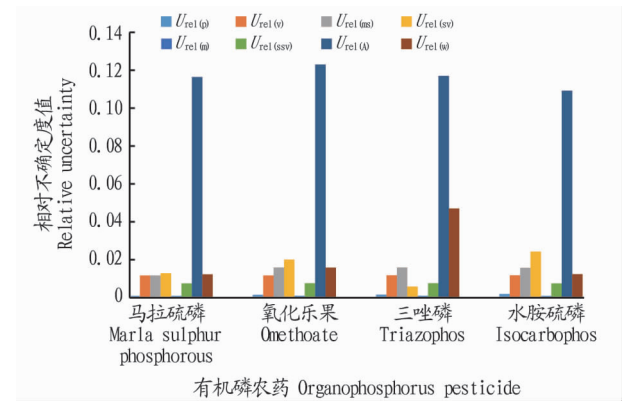


图 2 不确定度评定过程中结果分析

Fig. 2 The result analysis chart in the process of uncertainty evaluation

参考文献

[1] 梅明清,林敏莉,林鲍才,等. 元胡高产高效栽培技术[J]. 内蒙古农业科技,2013(3):119-120.

[2] 李松涛,张芳,杨洋. HPLC 测定不同产地土元胡中原阿片碱含量[J]. 中国实验方剂学杂志,2013,19(14):139-141.

[3] 施菁,王玮,陈柳蓉,等. 白花土元胡药材中延胡索甲素和乙素的含量测定[J]. 华西药学杂志,2007,22(2):199-201.

[4] 肖杰明,潘建明. 不同方法对元胡中生物碱提取率的影响[J]. 中成药,2008,30(1):135-137.

[5] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典·一部[S]. 北京:中国医药科技出版社,2015.

[6] 范卓文,武斌. 延胡索药理研究及临床应用进展[J]. 黑龙江医药,2007,20(5):522-524.

[7] 王赛妮,李蕴成. 我国农药使用现状、影响及对策[J]. 现代预防医学,2007,34(20):3853-3855.

[8] 伍一军. 有机磷农药对人类健康的危害[C]//农业与环境安全国际学术研讨会论文集. 北京:北京农药学会,2003:79-82.

[9] 国家质量技术监督局. 测量不确定度评定与表示:JJF 1059.1—2012[S]. 北京:中国计量出版社,2012.

[10] 中国合格评定国家认可委员会. 化学分析中不确定度的评估指南:CNAS-GL06:2006[S]. 北京:中国标准出版社,2006.

[11] 舒平,杨卫花,徐幸. 气相色谱-三重四级杆质谱联用法测定核桃油中酚类抗氧化剂的不确定度评估[J]. 食品科学,2016,37(6):194-198.

[12] 杨秀梅,刘养仲,孙德刚,等. 高效液相色谱-串联质谱法测定兔肉中氟苯尼考含量的不确定度评估[J]. 食品安全质量检测学报,2016,7(2):612-616.

[13] 刘黎,邓可. 气相色谱-质谱联用法测定番茄中腐霉利农药残留量的不确定度评定[J]. 农业与技术,2017,37(8):55-58.

[14] 宁霄,金绍明,梁瑞强,等. 超高效液相色谱-串联质谱法测定猪肉中 β -受体激动剂残留量的不确定度分析[J]. 食品科学,2017,38(6):315-320.

[15] 郭丽娜,刘成文,符元春. 液相色谱串联质谱法测定水产品中硝基呋喃类代谢物的不确定度评定[J]. 现代食品,2017(2):101-105.

[16] 赵健,付岩,张亮,等. 超高效液相色谱-串联质谱法测定元胡中 19 种农药残留量[J]. 农药科学与管理,2017,38(1):43-48.

(上接第 132 页)

参考文献

[1] 张红丹,杜茜,张正坤,等. 放线菌 769 抑菌谱及液体培养生长曲线的测定[J]. 中国植保导刊,2010,30(7):5-9.

[2] MAUN M A,RIACH S. Morphology of caryopses seedlings and seedling emergence of the grass *Calamovilfa longifolia* from various depths in sand[J]. Oecologia,1981,49(1):137-142.

[3] 谢皓,贾秀婷,陈学珍,等. 播种深度和种子大小对大豆出苗率和幼苗生长的影响[J]. 农学报,2012,2(6):10-14,20.

[4] 李远明,刘丽君,祖伟,等. 不同基因型大豆品种干物质积累与产量形成的关系[J]. 东北农业大学学报,1999,30(4):324-328.

[5] 丁洪,郭庆元,李志玉,等. 大豆品种磷素积累和利用效率的基因型差异[J]. 中国油料,1997,19(4):52-54.

[6] 任红玉,崔振才,沈能展,等. 大豆干物质积累与水分动态变化的关系[J]. 中国油料作物学报,2005,27(3):41-44.

[7] 韩晓增,乔云发,张秋英,等. 不同土壤水分条件对大豆产量的影响[J]. 大豆科学,2003,22(4):269-272.

[8] 王丹,南瑞,高永刚,等. 黑龙江省大豆产量与土壤湿度关系的研究[J]. 东北农业大学学报,2012,43(5):105-109.

[9] 赵波,吴丽华,金文林,等. 小豆生长发育规律研究:X. 小豆群体干物质生产与产量形成的关系[J]. 北京农学院学报,2006,21(1):24-27.

[10] 苗保河,刘波,董庆裕,等. 波浪冠层栽培模式对高油大豆产量品质及微环境生态因子的影响[J]. 生态学报,2008,28(5):2160-2168.

[11] 王克勤. 除草剂对高油大豆产量及品质的影响[J]. 中国农学通报,2005,21(11):311-313.

[12] 杨加银,徐海斌,徐海风. 栽培因子对高油大豆产量及品质性状的影响[J]. 中国农学通报,2007,23(5):196-199.

[13] 朱洪德,王春风. 栽培措施对高蛋白大豆产量及品质的影响[J]. 中国油料作物学报,2009,31(3):327-333.