

蒙古韭浸提液对萝卜生长及生理指标的化感效应

姚岭柏^{1,2}, 任 琴^{1,2}, 郭美兰¹, 韩海霞^{1*}

(1. 集宁师范学院生命科学学院, 内蒙古 乌兰察布 012000; 2. 内蒙古自治区生物科学专业基础实验教学示范中心, 内蒙古 乌兰察布 012000)

摘 要:以蒙古韭和白玉春萝卜为试材, 分别以浓度 5~20 g/L 的蒙古韭浸提液浇灌萝卜幼苗, 研究萝卜的生长指标和生理指标的变化, 以探究蒙古韭与萝卜间套作的可行性。蒙古韭浸提液浓度为 5 g/L 时, 萝卜的单株肉质根质量、可溶性蛋白含量、游离脯氨酸含量、SOD 和 CAT 活性均受到化感促进, 单株叶片鲜质量、POD 活性受到化感抑制; 当蒙古韭浸提液为 20 g/L 时, 破肚期和采收期萝卜的叶片数、根径受到化感促进; 各处理可溶性糖含量未发生明显变化。结果表明, 5 g/L 蒙古韭浸提液对萝卜生长和产量具有一定的化感促进作用, 使萝卜体内抗氧化酶保持一定活性, 未引起细胞的膜脂过氧化和营养物质的流失, 蒙古韭与萝卜间套作存在一定可行性。

关键词:蒙古韭; 萝卜; 生长; 丙二醛; 抗氧化酶; 化感指数

中图分类号: S631.1

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2023)05-0102-05

Allelopathic Effect on Growth and Physiology Characteristics of *Allium mongolicum* on *Raphanus sativus*

YAO Lingbai^{1,2}, REN Qin^{1,2}, GUO Meilan¹, HAN Haixia^{1*}

(1. Department of Biology, Ji'ning Normal University, Ulanqab 012000; 2. Inner Mongolia Autonomous Region biological science major basic experimental teaching demonstration center, Ulanqab 012000, China)

Abstract: In order to find the feasibility or intercropping basis of *Allium mongolicum* and *Raphanus sativus*, this paper studied the effects of growth and physiological index of *R. sativus* under treatments of *A. mongolicum*, which concentration of the external extract was 5–20 g/L. The results showed that: The roots weight, the soluble protein content, free proline content, SOD activity and CAT activity of *R. sativus* were all promoted by allelopathy when the *A. mongolicum* extract content was 5 g/L. When the *A. mongolicum* extract content was 20 g/L, the number of leaves and the the diameter of root were promoted in the period of and cortex splitting stage and harvest stage. The content of soluble sugar of all the treatments did not change significantly. In conclusion, the extract of 5 g/L *A. mongolicum* can promote the growth and yield of *R. sativus* to a certain extent, and maintain the activity of antioxidant enzymes in radish, without causing membrane lipid peroxidation and nutrient loss. There is a certain possibility of the feasibility or intercropping of *A. mongolicum* and *R. sativus*,

Key words: *A. mongolicum* Regel; *R. sativus* L.; Growth; Malondialdehyde; Antioxidant enzyme; Allelopathy index

萝卜(*Raphanus sativus*)是广泛种植的蔬菜,也是华北地区发展“冷凉蔬菜”产业的主要蔬菜之一^[1]。研究表明,位于高纬度夏秋冷凉蔬菜优势区的内蒙

古地区,萝卜种植技术要注重生产规范化、合理调节种植模式,以提高萝卜的产量和品质^[2]。

蒙古韭(*Allium mongolicum*)别名沙葱,属百合科葱属野生蔬菜,分布于我国内蒙古、甘肃、新疆等地的荒漠沙地或干旱山坡^[3]。蒙古韭野生资源较少,正处于驯化栽培过程中,含有丰富的Vc、纤维素等营养成分,在内蒙古很早就被当作野菜、调味料、良好饲草和药材^[4]。此外,蒙古韭根系发达,能够防风固沙,又喜冷凉,在内蒙古等高原干旱地区具有较好的生长势,可改善土壤生态环境^[5]。

收稿日期: 2020-07-28

基金项目: 国家自然科学基金项目(31860510); 内蒙古自治区高等学校科学研究项目(NJZC16321); 集宁师范学院大学生创新创业项目(CXCX201811427014)

作者简介: 姚岭柏(1979-), 男, 副教授, 硕士, 从事植物生态方面的研究。

通讯作者: 韩海霞, 女, 硕士, 副教授, E-mail: hanhaixia2007@163.com

已有研究显示,蒙古韭可与其他果树间套作,并对间套作植物的产量提高具有一定的促进作用。如在红枣林种植沙葱取得良好的生态和经济效益^[6];与蒙古韭同属的韭菜可提高土壤酶活性,从而显著促进香蕉的生长^[7-8],韭菜套种辣椒等也能增加经济效益^[9-11]。但关于蒙古韭与蔬菜作物的套作或间作的研究未见报道。本试验以蒙古韭为试材,以浸提液浇灌萝卜根部土壤,研究其对萝卜的生长和生理指标的影响,旨在阐明蒙古韭浸提液对萝卜生长发育的影响,为蒙古韭与萝卜的间套作提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

蒙古韭种子采自辉腾锡勒草原野生植株,种植于集宁师范学院园艺实训基地温室中,采收风干后剪成0.5 cm小段备用。萝卜品种为春白玉,购于乌兰察布市种子公司。

1.2 试验方法

1.2.1 蒙古韭浸提液制备

称取风干蒙古韭样品50.00 g,置于1 000 mL无菌去离子水中,浸泡30 h,过滤后即得蒙古韭浸提液母液,浓度为50 g/L(干质量/浸提液体积)。存于4 °C冰箱备用。

1.2.2 试验设计

试验于2018年3月在集宁师范学院植物园日光温室内进行。在园土中添加少许基肥(有机肥、氮磷钾复合肥),以土壤杀虫杀菌剂进行土壤处理。3月21日采用穴播种植春白玉萝卜。4月5日间苗定苗,株距25 cm,行距40 cm。定苗后以不同蒙古韭浸提液(浓度5、10、15、20 g/L)浇灌,每株用量150 mL^[12]。对照(CK)浇灌等量清水。每处理重复3次,每重复10株。各处理的田间管理一致。在破肚期、露肩期和采收期分别测量其生长指标,并测定萝卜露肩期的生理指标及采收期的产量。

1.3 在不同生育期萝卜各类指标的测定

1.3.1 萝卜生长指标测定

在萝卜破肚期、露肩期、采收期分别测量各生长指标。叶片数统计展开的真叶数(以片为单位),根径测定方法:在根部轻拨开表土1 cm,以千分尺测定肉质根的最大直径(cm)。采收后清除泥土,以电子秤称量单株叶片鲜重(kg)、单株肉质根鲜重(kg)。

1.3.2 萝卜生理指标测定

萝卜露肩期随机摘取萝卜叶片,去除较粗叶脉,放入液氮罐中速冻,然后置于-80 °C冰箱中保存备用。测定前剪碎混匀再称量样品,测定可溶性蛋白、可溶性糖、游离脯氨酸(Pro)、丙二醛(MDA)含量,抗氧化酶活性参考张志良等^[13]的测定方法,其中,超氧化物歧化酶(SOD)活性采用氮蓝四唑(NBT)法测定,以抑制NBT光化还原的50%为1个酶活性单位(U);过氧化物酶(POD)活性采用愈创木酚法测定,以每分钟OD值变化0.01作为1个酶活性单位(U);过氧化氢酶(CAT)活性采用紫外分光光度法测定,以每分钟OD值下降0.1作为1个酶活性单位(U)。

1.3.3 化感作用研究指标的计算

参照Lin等^[14]的方法,以化感作用抑制率(RI)作为化感作用的研究指标。 $RI = [(T_i - T_0) / T_0] \times 100\%$,其中 T_i 为测试项目的处理值, T_0 为对照值。RI>0表示具有促进作用,RI<0表示具有抑制作用。RI绝对值越大,其化感作用(促进或抑制作用)越大。

1.4 数据处理

试验数据通过Excel 2003整理,以SPSS 22.0对试验结果进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 蒙古韭浸提液对萝卜生长指标及产量的影响

以不同浓度的蒙古韭浸提液浇灌萝卜,在不同生育期萝卜的叶片数、根径和单株鲜质量如表1所示。结果表明,同一时期不同浓度的蒙古韭浸

表1 不同浓度蒙古韭浸提液对萝卜生长指标的影响

处理浓度 (g/L)	叶片数(片)			根径(cm)			单株鲜质量(kg)	
	破肚期	露肩期	采收期	破肚期	露肩期	采收期	叶片	肉质根
0(CK)	9.60±1.07b	14.10±1.37a	17.56±1.30c	0.46±0.08bc	1.64±0.18a	7.52±0.94b	0.44±0.06a	1.11±0.25d
5	9.20±1.03b	11.8±1.31b	17.92±1.60c	0.44±0.06c	1.37±0.11c	7.97±0.76b	0.34±0.08 b	1.27±0.11bc
10	9.30±1.25b	12.10±0.99b	19.77±1.45b	0.47±0.10bc	1.47±0.14bc	9.63±1.64a	0.32±0.057b	1.18±0.13cd
15	9.70±0.95b	13.83±1.81a	20.62±2.07b	0.53±0.10b	1.69±0.28a	11.11±2.32a	0.33±0.06b	1.35±0.18 ab
20	10.82±0.63a	14.75±1.16a	22.42±1.56a	0.63±0.10a	1.59±0.08ab	10.5±2.05a	0.31±0.05b	1.46±0.11a

注:表中数据为3次重复的“平均值±标准差”。同列小写字母不同表示在0.05水平上差异显著

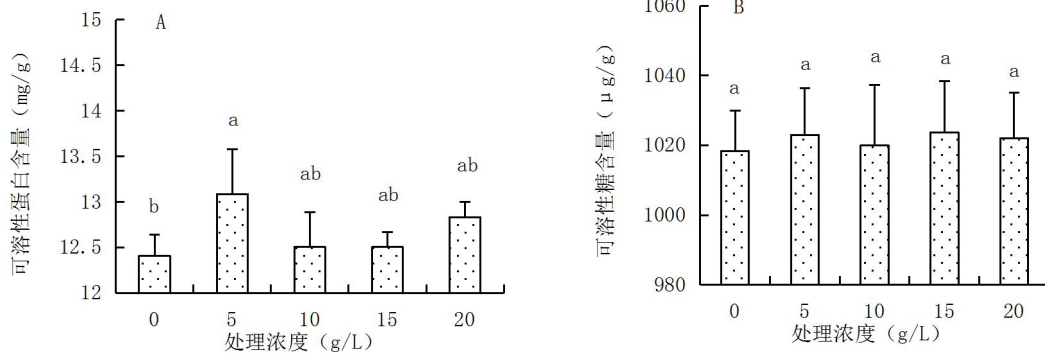
提液对萝卜叶片数和肉质根直径的影响作用相近。与对照相比,在破肚期 20 g/L 处理的叶片数有显著提高,其余处理与对照差异不显著;露肩期 5、10 g/L 处理的叶片数显著降低,而 15、20 g/L 处理均与对照差异不显著;采收期 10~20 g/L 处理叶片数均较对照显著提高。与对照相比,萝卜在破肚期有 20 g/L 1 个处理、采收期有 10~20 g/L 3 个处理根径显著提高,露肩期 5、10 g/L 处理根径较对照显著降低。蒙古韭浸提液对采收期萝卜单株叶质量具有抑制作用,各处理叶片质量较对照显著降低,5、15、20 g/L 处理的单株肉质根质量较对照提高 14.1%~31.8%,差异达显著水平 ($P < 0.05$)。研究表明,大葱浸提液能促进萝卜根部重

量增加^[12],与本试验结果一致。结果表明蒙古韭浸提液对萝卜有化感作用,5、15、20 g/L 蒙古韭浸提液处理能够显著促进萝卜生长,提高产量。

2.2 蒙古韭浸提液对萝卜生理指标的影响

2.2.1 蒙古韭浸提液对萝卜可溶性蛋白和可溶性糖含量的影响

由图 1A 可见,不同浓度蒙古韭浸提液处理后萝卜可溶性蛋白含量增加,只有 5 g/L 处理与对照达到差异显著水平 ($P < 0.05$),较对照可溶性蛋白含量提高 5.44%;各处理可溶性糖含量与对照无明显差异(图 1B)。说明除 5 g/L 蒙古韭浸提液处理对萝卜可溶性蛋白有显著提高作用,其他浓度处理对萝卜可溶性糖和可溶性蛋白含量的影响均不明显。



注:小写字母不同表示在 0.05 水平上差异显著,下同

图 1 不同浓度蒙古韭浸提液对萝卜可溶性蛋白、可溶性糖含量的影响

2.2.2 蒙古韭浸提液对萝卜游离脯氨酸含量的影响

由图 2 可知,随蒙古韭浸提液浓度的升高,游离脯氨酸含量呈先升后波动下降的趋势。与对照相比,在 5 g/L 处理下游离脯氨酸含量有显著增加,较对照增加 20.0%,之后波动下降,其中 10、20 g/L 处理与对照差异达显著水平。说明 5 g/L 蒙古韭浸提液能诱导萝卜产生渗透调节物质游离脯氨酸,在处理浓度升高时这种诱导作用消失。

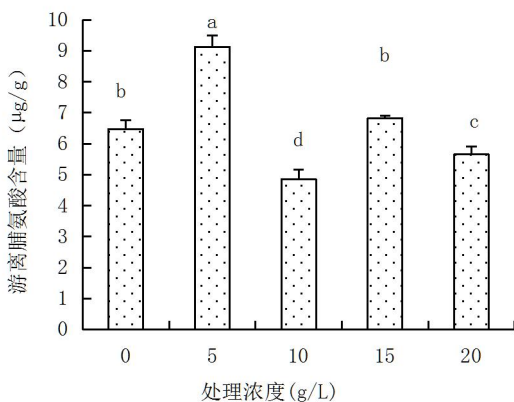


图 2 不同浓度蒙古韭浸提液对萝卜游离脯氨酸含量的影响

2.2.3 蒙古韭浸提液对萝卜丙二醛含量的影响

由图 3 可知,随蒙古韭浸提液浓度的升高,萝卜丙二醛含量变化呈降-升-降-略回升的变化。丙二醛含量在 5、15、20 g/L 处理较对照有所下降,与对照差异达显著水平。说明 5~20 g/L 蒙古韭浸提液未引起萝卜细胞的膜质过氧化作用。

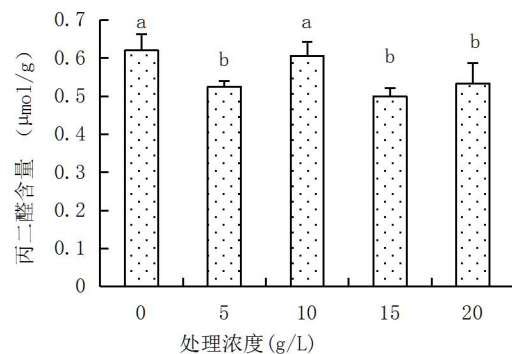


图 3 不同浓度蒙古韭浸提液对萝卜丙二醛含量的影响

2.2.4 蒙古韭浸提液对萝卜抗氧化酶活性的影响

由图 4 可知,随着处理液浓度的升高,萝卜体内 SOD、CAT 和 POD 活性呈现不同的变化。SOD 活性呈先升后回落,其中 5 g/L 处理 SOD 活性升高

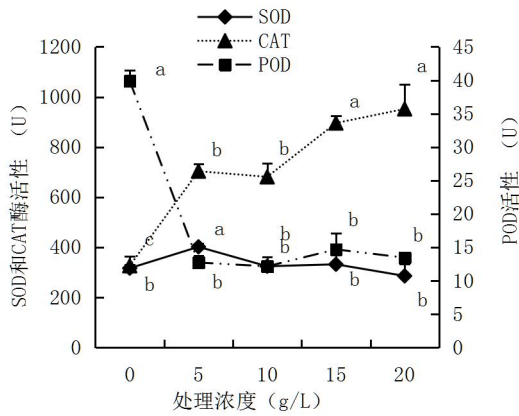


图4 蒙古韭浸提液对萝卜抗氧化酶活性的影响

26.8%,与对照差异达显著水平,其余各处理均与对照差异不显著;随着处理浓度升高,萝卜CAT活性呈逐渐升高趋势,5~20 g/L各处理较对照CAT活性升高1.15~1.91倍,均与对照差异达显著水平;POD活性呈先下降后稳定的趋势,各处理的酶

活性均低于对照,4个处理POD活性是对照POD活性值的30.5%~36.8%,差异达显著水平。蒙古韭浸提液处理后,萝卜抗氧化酶系统发生一定的调节。

2.3 蒙古韭浸提液对萝卜各生长和生理指标的化感作用

由表2可知,在萝卜破肚期,蒙古韭浸提液对叶片数的化感指数呈低浓度负数(抑制)而高浓度正数(促进);在露肩期,化感抑制作用加强;在采收期,化感指数均大于零,呈化感促进作用。破肚期随处理浓度升高,对萝卜根径化感作用由抑制转为促进;露肩期化感指数基本为负;采收期各处理的化感指数均为正数。蒙古韭对萝卜采收期单株叶质量的化感指数均为负数,对单株肉质根质量的化感指数均为正数。表明不同生育期蒙古韭浸提液对萝卜的化感作用具有一定的变化,20 g/L处理能够促进萝卜破肚期和采收期叶片数及根径的增长,提高单株肉质根产量。

表2 不同浓度蒙古韭浸提液对萝卜生长指标的化感指数

处理浓度 (g/L)	叶片数			根径			单株鲜质量	
	破肚期	露肩期	采收期	破肚期	露肩期	采收期	叶片	肉质根
0(CK)	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-4.17	-16.31	2.11	-3.29	-16.28	5.05	-21.79	14.05
10	-3.12	-14.18	12.65	4.85	-10.52	28.06	-26.83	5.68
15	1.04	-2.13	17.38	16.93	3.01	47.74	-24.82	21.72
20	12.50	4.26	27.64	39.12	-2.76	32.98	-27.98	31.80

表3 不同浓度蒙古韭浸提液对萝卜生理指标的化感指数

处理浓度(g/L)	可溶性蛋白含量	可溶性糖含量	可溶性蛋白含量	MDA含量	SOD活性	CAT活性	POD活性
0(CK)	-	-	-	-	-	-	-
5	5.44	0.46	40.91	-15.46	26.83	115.51	-68.09
10	0.77	0.16	-25.03	-2.32	2.40	108.57	-69.51
15	0.77	0.52	5.45	-19.46	4.88	174.29	-63.16
20	3.42	0.36	-12.67	-14.09	-9.76	191.53	-66.25

由表3可知,5 g/L处理对萝卜可溶性蛋白含量的化感指数大于5;各处理的可溶性糖含量的化感指数均接近0;5、15 g/L处理可溶性蛋白含量的化感指数为正数,10、20 g/L处理化感指数为负数;各处理对MDA含量的化感指数均为负;5~15 g/L处理对SOD活性的化感指数为正数,20 g/L处理为负数;对CAT活性的化感指数均大于100%;对POD活性的化感指数均为负数。说明蒙古韭浸提液处理浓度在5 g/L时,能够引起萝卜体内生理指标的变化,不同指标和不同浓度的化感指数有所不同。

3 讨论与结论

以5~20 g/L蒙古韭浸提液浇灌萝卜,结果表

明,5 g/L处理能诱导萝卜根部鲜质量增大、叶片鲜质量减小,引起萝卜渗透调节反应,且激活了以SOD和CAT为主的抗氧化酶活性,而可溶性营养物质未损失,20 g/L处理能使萝卜根径增加。研究表明,萝卜在栽培中的种植方式亟待优化^[2,14]。内蒙古地区昼夜温差大,属高纬度冷凉地区,且蒙古韭与萝卜均喜冷凉^[1,3,15],因此两者套作或间作具有良好基础。本试验结果表明,蒙古韭浸提液浓度为5、15、20 g/L均对萝卜具有明显的增产效果,因此蒙古韭与萝卜间套作具有一定可行性。

前人已开展作物间化感作用的研究,红枣林下种植沙葱效益良好^[6],枸杞间作沙葱效益显著^[6],但未见深入研究。另有研究显示,大葱浸提

液有促进萝卜根部生长的作用^[12],大葱促进甜瓜种子的胚根生长^[17],韭菜套作甘蓝、菜豆、辣椒、香蕉等^[6-11,16],均能够起到提高间套种对象产量的目的,与本试验结果一致。其增产机理可能与大葱、韭菜的浸出物质有一定关系^[18],有必要深入研究蒙古韭浸提液对萝卜的增产机理。还有部分研究与本结论不一致,如江贵波研究表明,韭菜浸提液浓度0.10~0.50 g/mL时抑制白菜幼苗生长^[19],原因可能是处理浓度不同所致。反枝苋、玉米的化感作用表现为:低浓度促进高浓度抑制或者各浓度均抑制^[20-21],也与本研究不一致,可能是化感供体受体不同化感机理有所不同所致。

化感作用下,植物的抗氧化酶活性发生变化,但当发生较严重的化感抑制时抗氧化酶活性被破坏^[12,19,20-22]。本研究中蒙古韭浸提液引起萝卜的抗氧化酶调节机制POD最敏感,易受到抑制,酶活性仅剩1/3;CAT活性能够被激活;SOD活性在浓度5 g/L时有显著升高,当浓度升高酶活性回落,MDA含量波动下降。前期研究表明20 g/L大葱浸提液使萝卜的CAT活性升高,与本试验结果一致^[12]。而大葱还引起萝卜POD活性的升高,这与本试验结果不同,可能是萝卜在不同环境中,启动的内部响应途径有所不同。

综上,蒙古韭浸提液对萝卜生长和产量具有一定的化感促进作用,萝卜体内的抗氧化酶保持一定的活性,未引起细胞膜脂过氧化和营养物质的流失,蒙古韭与萝卜间套作存在一定可行性。但本试验中5 g/L蒙古韭浸提液处理启动萝卜生理指标的变化,20 g/L处理促进叶片数增多和根径增大,两者间存在浓度差的原因有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 路彦文,王靖,韩海霞.植物与植物资源学理论及其保护利用研究[M].北京:中国原子能出版社,2018:71-80,153.
- [2] 秦成荫,杨延杰,林多.植物生长调节剂对不同萝卜品种抽薹效应的影响[J].吉林农业科学,2013(5):77-78,85.
- [3] 唐式敏.蒙古韭主要生物学特性及生理基础的研究[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2010.
- [4] 郑清岭,郝丽珍,张凤兰,等.内蒙古5种野生葱属植物食用性和饲用性评价[J].河南农业科学,2016,45(8):100-106.
- [5] 张莹花,刘世增,尉秋实,等.蒙古韭(*Allium mongolicum*)的分布和结实特性[J].中国沙漠,2014(2):391-395.
- [6] 邱进强,方向毅,李栋栋,等.民勤县干旱沙区枣树林下间作沙葱栽培关键技术[J].现代园艺,2018(8):49.
- [7] 柳影,丁文娟,曹群,等.套种韭菜配施生物有机肥对香蕉枯萎病及土壤微生物的影响[J].农业环境科学学报,2015,34(2):303-309.
- [8] 杨阳,何师国.葱属植物化感作用研究进展[J].北方园艺,2016(3):189-194.
- [9] 王利亚,陈建华,姜国霞,等.温室辣椒-韭菜套种高效栽培技术[J].中国瓜菜,2018,31(6):61-62.
- [10] 李文,金菊琴,赵庆玲,等.大棚韭菜套种菜豆栽培技术[J].中国蔬菜,2013(17):58-59.
- [11] 董文阁,欧勇,孟庆林.日光温室越冬番茄套作菜豆接茬夏番茄栽培模式[J].东北农业科学,2019,44(1):49-51.
- [12] 姚岭柏,韩海霞,李倩雯,等.大葱水浸液对萝卜的化感效应及其生理机制研究[J].河南农业科学,2017,46(8):115-120.
- [13] 张志良,瞿伟菁,李小方.植物生理学实验指导(第4版)[M].北京:高等教育出版社,2009:100,208,218,227.
- [14] Lin W X, Kim K U, Smin D H. Rice allelopathic potential and its modes of action on barnyardgrass (*Echinochloa crusgalli*) [J]. Allelopathy Journal, 2000, 7(2): 215-224.
- [15] 包崇来,汪精磊,胡天华,等.我国萝卜产业发展现状与育种方向探讨[J].浙江农业科学,2019,60(5):707-710.
- [16] 侍育勤,邱进强.干旱沙区枸杞幼园间作沙葱栽培技术[J].甘肃林业,2015(5):42-43.
- [17] 庄敬华,杨长成,唐树戈,等.几种设施蔬菜根系浸提液对甜瓜的化感作用[J].种子,2009,28(11):94-96.
- [18] 王志刚,徐伟慧,郭天文.韭菜连作对大棚土壤微生物和酶活性的影响[J].土壤通报,2015,41(5):1048-1052.
- [19] 江贵波,陈少雄,江晓玲,等.韭菜水提液对3种蔬菜种子的化感作用[J].贵州农业科学,2014,42(3):76-78.
- [20] 张燕,慕小倩.外来杂草反枝苋对农作物的化感作用及其风险评价[J].西北植物学报,2008,28(4):771-776.
- [21] 李永刚,王丽艳,张思奇,等.玉米连作障碍主要因子对苗期玉米生长影响的初步分析[J].东北农业科学,2017,42(2):27-31.
- [22] 喻秀艳,胡红玲,王茜,等.巨桉不同状态叶片浸提液对萝卜幼苗形态和抗性生理特性的影响[J].西北植物学报,2014,34(11):2262-2269.

(责任编辑:范杰英)