

马铃薯连作对茄科作物的化感效应

杜 茜¹, 童 娟², 卢 迪³

(1. 北方民族大学 生物科学与工程学院, 宁夏 银川 750021; 2. 宁夏农业勘测设计院, 宁夏 银川 750021; 3. 宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021)

摘 要:以“陇薯 1 号”马铃薯为试材,研究了马铃薯秸秆、连作土壤浸提液对番茄、茄子、辣椒等马铃薯同种植物的化感作用。结果表明:马铃薯秸秆水浸提液对番茄、茄子的发芽率以及 3 种植物的发芽指数和胚根长均有抑制作用;对辣椒的发芽率和 3 种植物胚芽长随浸提液浓度的升高表现出高浓度抑制低浓度促进的现象。连作土壤浸提液抑制 3 种植物的发芽率及发芽指数,促进番茄和辣椒胚芽生长,3 种植物胚根及茄子胚芽随着连作土壤浸提液浓度的增加呈先升高后降低的趋势。马铃薯秸秆水浸提液和连作土壤水浸提液均对 3 种茄科作物具有化感作用,且对发芽率、发芽指数、胚根长和胚芽长具有一定浓度效应。

关键词:马铃薯;连作;化感效应;茄科作物;水浸液;发芽

中图分类号:S 532 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)20-0001-04

化感作用即植物、微生物之间相互的化学关系对植物的生长产生促进或抑制的作用。研究发现,很多作物都表现出一定程度的化感作用,包括粮食作物、经济作物、园艺作物及杂草等,如大麦、水稻、小麦、高粱、荞麦、燕麦;花椒、胡椒、向日葵、甘蔗;黄瓜、番茄、大蒜、辣椒、草莓、西瓜等^[1-8]。

目前对作物间化感作用研究表明,作物种间的化感作用有的表现为相互有益的促进作用,有的表现为有害的抑制作用。大量研究表明,化感物质具有选择性和专一性、浓度效应和复合效应等特点。在实际生产和试验研究中,植物间表现出相互抑制的化感作用较多,如黄瓜和番茄同时种植,表现为相互抑制作用,使产量降低。番茄产生的挥发物也可以使生菜的干物质含量降低^[7]。麦仙翁产生的化感物质可以促进小麦的萌发、对小麦的化感作用表现为有益促进^[8]。王立清^[9]研究发现柳树枝条的浸出液对花木扦插成活有促进作用,比用 NAA 生长激素处理的成活率高 10% 以上。

随着对连作障碍的研究,发现植物的化感作用是植物连作障碍的一大因素。近年来,利用植物根系土壤及某个器官浸提液来验证连作后化感作用存在的试验越来越多,邹丽芸^[11]、袁照年^[12]分别用西瓜根茎浸提液、甘蔗根际土壤水浸提液对莴苣进行化感试验,结果表明西瓜根系分泌物可以影响莴苣种子萌发及其胚根或胚

芽伸长,作用效果与浓度有关,随着浓度的增加,抑制作用也随之增强。甘蔗根际土壤的水浸提液同样对莴苣种子具有化感作用,表现为高浓度抑制低浓度促进。刘素慧^[14]研究表明,大蒜秸秆水浸液对同属作物具有有害的化感作用,对洋葱和大葱的发芽率、胚芽长和鲜重、胚根长和鲜重均表现为抑制作用。王广印等^[15]试验结果表明,当辣椒全株水浸液浓度为 0.01 g/mL 时,对大白菜和萝卜种子的发芽有促进作用;当辣椒全株水浸液浓度等于或大于 0.02 g/mL 时,大白菜和萝卜种子发芽均表现为抑制作用,并且随着辣椒全株水浸液浓度的增大,抑制作用增强。在化感作用中,化感物质不仅作为外在因子对植物起作用,并且可以进入植物体内,直接影响植物的生理生化过程,造成促进或抑制植物生长发育的现象。赵杨景等^[13]发现,西洋参茎叶和须根水浸提物对西洋参种子的生长有较强的抑制作用。陈长宝等^[16]报道老参的土壤浸提物对人参种子发芽率及根伸长有极显著影响。

作为粮菜兼用作物,马铃薯在我国乃至全世界都占有举足轻重的地位,对全球粮食产量安全起到重要作用。在宁夏,随着市场需求的增大,种植面积也迅速扩大,马铃薯的广泛种植使传统的耕作模式被迫改变,连作模式逐渐取代了轮作倒茬。宁夏南部山区是宁夏马铃薯的主要种植区,同时也属生态脆弱地区,大面积种植马铃薯连作最终会引起土壤质量的变化和土地退化。另外,马铃薯属于忌连作作物,连作会使其产量降低、品质下降,引发连作障碍。国内外学者对很多植物的连作障碍进行了大量研究,不同的作物,其连作障碍产生的原因也不同,迄今为止,关于马铃薯连作障碍的报道尚少。该试验采用盆栽方式,研

第一作者简介:杜茜(1970-),女,硕士,副教授,现主要从事植物生态和物种多样性研究工作。E-mail:duqian88@sina.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31160104);宁夏自然科学基金资助项目(NZ0956)。

收稿日期:2012-06-11

究马铃薯连作产生的化感效应,进一步揭示马铃薯连作障碍产生的机理,为维护健康的农田生态系统环境、保障马铃薯的产量安全奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

供试土壤采自宁夏固原市张易镇马场村,该区域

表 1

供试土壤基本养分状况

Table 1

Soil basic physical and chemical characteristic

连作年限 Continuous cropping years	全氮 Total N /g · kg ⁻¹	全磷 Total P /g · kg ⁻¹	速钾 Available K /mg · kg ⁻¹	速效磷 Available P /mg · kg ⁻¹	碱解氮 Alkali-hydrolyzable nitrogen /mg · kg ⁻¹	有机质 Organic matter /g · kg ⁻¹
10 a	0.77±0.01	0.84±0.03	352±11.39	8.36±0.70	110.37±1.93	32.93±2.96

1.2 试验材料

供试马铃薯品种为“陇薯 1 号”。

1.3 试验方法

试验采用盆栽,于 2011 年 3~7 月在北方民族大学日光温室内进行。

1.3.1 马铃薯秸秆水浸提液对茄科作物的化感效应

取马铃薯秸秆(地上部分、地下部分)洗净、风干,称取 100 g 粉碎,加 1 L 的蒸馏水,封口放在 40℃ 恒温水浴振荡机上振荡 2 h,浸提 24 h 后倒出浸提物过滤,滤液作为浸提液母液,分别配成以下浓度:0.10、0.04、0.02 和 0.01 g/mL 备用,以蒸馏水为对照。选择均匀饱满、大小一致的番茄、辣椒、茄子种子备用。播种前用 5% 次氯酸钠溶液灭菌 30 min,无菌水冲 3 次,再在蒸馏水中浸泡 5 h。将供试种子放在垫有 2 层滤纸、直径为 11 cm 培养皿中,在 24℃、光照强度 4 000 lx 条件下培养。各处理均为 30 粒种子,3 次重复。每 2 d 补充水浸液或水 2 mL,每 24 h 调查其发芽种子数,10 d 后计算发芽率、发芽指数,并测量胚根、胚芽长。

1.3.2 马铃薯连作土壤浸提液对茄科作物的化感效应

将采集的马铃薯根际土壤在屋内阴凉处自然风干,过 1 mm 的筛子。称取土壤 500 g,用 2 L 蒸馏水浸泡 72 h,充分溶解土壤中可溶物质,过滤、旋转蒸发(45±2)℃ 后将其浓缩至 100 mL 备用。该浓缩液 1 mL 含有 5 g 土壤的提取物。将浸提液设置 5、2、1、0.5、0.2 g/mL 5 个浓度,以蒸馏水为对照。选择均匀饱满、大小一致的番茄、辣椒、茄子种子备用。播种前用 5% 次氯酸钠溶液灭菌 30 min,无菌水冲 3 次,再在蒸馏水中浸泡 5 h。将供试种子放置在垫有 2 层滤纸、直径为 11 cm 培养皿中,在 24℃、光照强度

表 2

马铃薯秸秆水浸提液对受体植物发芽率和发芽指数的影响

Table 2

Effects of potato stalk water leach liquor on germination rate and germination index

处理浓度 Treatment concentration/g · mL ⁻¹	番茄 Tomato		辣椒 Hot pepper		茄子 Eggplant	
	发芽率 Germination rate/%	发芽指数 Germination index	发芽率 Germination rate/%	发芽指数 Germination index	发芽率 Germination rate/%	发芽指数 Germination index
CK(0)	99±2A	27.91±1.13A	93±3AB	37.63±4.23A	71±10A	8.96±2.04A
0.01	99±2A	22.19±5.14B	98±2A	34.30±1.53A	69±23A	8.03±2.77A
0.02	88±2A	12.47±0.85C	91±5AB	27.43±3.74B	40±9B	6.60±0.89B
0.04	57±2.7B	3.14±1.83D	90±7B	23.91±3.31B	9±2C	0.81±0.45C
0.10	0±0C	0±0D	29±2C	6.24±0.90C	1±2C	0.07±0.12C

注:同一列数据后不同大写字母表示处理间差异极显著(P<0.01)。下同。

是宁南黄土高原和六盘山阴湿区的过度区域,位于东经 106°05′37.8″~106°06′16.3″,北纬 35°54′45.3″~35°55′17.0″,海拔 2 133~2 276 m,降雨量自北向南递增,年均降水量 400 mm,年均蒸发量 1 361 mm,平均气温 5~7℃。土壤以黑垆土为主,是黄土母质上形成的典型地带性土壤,供试土壤基本理化性状见表 1。

4 000 lx 条件下培养。各处理均为 30 粒种子,3 次重复。每 2 d 补充水浸液或水 2 mL,每 24 h 调查其发芽种子数,10 d 后计算发芽率、发芽指数,并测量胚根、胚芽长。

2 结果与分析

2.1 马铃薯秸秆水浸提液对受体植物发芽率和发芽指数的影响

由表 2 可知,随着马铃薯秸秆水浸提液浓度的增加,3 种受体植物的发芽率均受到不同程度的影响。番茄和茄子的发芽率均随着马铃薯秸秆水浸提液浓度的增加而降低。当马铃薯秸秆水浸提液浓度为 0.02、0.04 g/mL 时,番茄的发芽率与对照相比,分别下降了 11.11% 和 42.42%,在浓度为 0.04 g/mL 时,差异达到了极显著水平,浓度为 0.10 g/mL 时,番茄种子不萌发。在马铃薯秸秆水浸提液浓度为 0.01、0.02、0.04、0.10 g/mL 时,茄子的发芽率较对照分别下降了 2.81%、43.66%、87.32%、98.59%,在浸提液浓度为 0.02、0.04、0.10 g/mL 时,二者差异均达到极显著水平。辣椒的发芽率随着马铃薯秸秆水浸提液浓度的增加表现出高浓度抑制低浓度促进的现象。在浸提液浓度为 0.01 g/mL 时,辣椒的发芽率达到最大水平,是对照的 1.05 倍,表现出促进作用,当浸提液浓度为 0.02、0.04、0.10 g/mL 时,发芽率比对照分别降低了 2.15%、3.23%、68.82%,表现出抑制作用。3 种受体植物的发芽指数均随着马铃薯秸秆水浸提液浓度的增加而减小。其中,番茄表现最为敏感,当浸提液浓度升高 0.01 g/mL,发芽指数则下降 20.49%~43.80%、辣椒次之,下降 8.85%~20.03%,茄子受到的影响最小,发芽指数下降 1.45%~17.81%。

2.2 马铃薯秸秆水浸提液对受体植物胚根、胚芽的影响

由图 1 可知,马铃薯秸秆水浸提液对番茄、辣椒、茄子 3 种受体植物的胚根长有显著影响,不同浓度的浸提液对受体植物胚根长的影响不同,总体表现为 3 种受体植物的胚根长度随着浸提液浓度的升高而减小。当浸提液浓度为 0 g/mL 时,3 种受体植物的胚根长度最大,该浓度下,番茄的胚根长度分别是其它浓度(0.01、0.02、0.04 g/mL)的 1.18、1.79、3.11 倍,辣椒的胚根长度分别是其它浓度(0.01、0.02、0.04、0.10 g/mL)的 1.07、1.28、1.58、5.71 倍,茄子的胚根长度分别是其它浓度(0.01、0.02、0.04、0.10 g/mL)的 1.44、2.20、4.81、6.76 倍。在 3 种受体植物均萌发的条件下,同一浓度,3 种受体植物的胚根长均表现为:番茄>辣椒>茄子,其中,番茄是辣椒的 1.04~2.04 倍,是茄子的 2.31~3.55 倍。

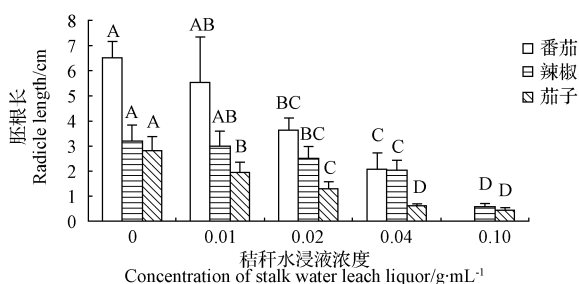


图 1 马铃薯秸秆水浸提液对受体植物胚根长的影响

Fig. 1 Effects of potato stalk water leach liquor on radical length

由图 2 可知,当浸提液浓度为 0.02 g/mL 时,番茄的胚芽长度最大,是对照的 1.44 倍,是 0.04 g/mL 浓度下胚芽长的 1.32 倍,均具有显著差异。辣椒和茄子均在浸提液浓度为 0.01 g/mL 时,胚芽长度最大,分别是对

照的 1.27、1.14 倍,当浸提液浓度为 0.04 g/mL 时,辣椒和茄子的胚芽长与对照相比,分别下降了 12.32%、59.34%。

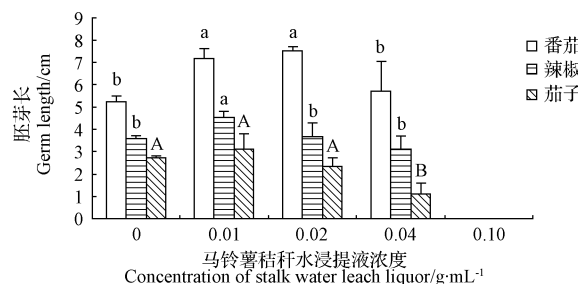


图 2 马铃薯秸秆水浸提液对受体胚芽长的影响

Fig. 2 Effects of potato stalk water leach liquor on germ length

2.3 马铃薯连作土壤浸提液对受体植物发芽率和发芽指数的影响

由表 3 可知,随着马铃薯连作土壤浸提液浓度的增加,3 种受体植物的发芽率均呈下降趋势。当浸提液浓度为 0.5、1.0、2.0、5.0 g/mL 时,番茄的发芽率与对照相比,具有极显著差异。在浸提液浓度为 0.2、0.5、1.0、2.0、5.0 g/mL 时,辣椒的发芽率较对照分别下降了 1.09%、1.09%、2.17%、3.26%、3.26%,差异显著。茄子的发芽率在浸提液浓度为 1.0 g/mL 时,是对照的 91.17%,差异极显著。3 种受体植物的发芽指数均随着马铃薯连作土壤浸提液浓度的增加而减小。其中,茄子的发芽指数下降幅度最大,较对照分别下降了 1.85%、8.84%、15.30%、15.57%、66.36%,均呈极显著差异。番茄次之,差异显著。辣椒的发芽指数变化最小,不同浸提液浓度下,其发芽指数间差异不显著。

表 3 马铃薯连作土壤浸提液对受体植物发芽率和发芽指数的影响

Table 3 Effects of soil water leach liquor on germination rate and germination index

处理浓度 Treatment concentration/g · mL ⁻¹	番茄 Tomato		辣椒 Hot pepper		茄子 Eggplant	
	发芽率 Germination rate/%	发芽指数 Germination index	发芽率 Germination rate/%	发芽指数 Germination index	发芽率 Germination rate/%	发芽指数 Germination index
CK(0)	97±6A	22.64±1.84a	92±7A	25.93±0.84	68±5A	7.58±3.55A
0.2	97±5A	21.22±0.95ab	91±4B	24.70±2.11	68±12A	7.44±5.37B
0.5	93±13B	18.62±2.83abc	91±2B	24.36±2.51	67±18A	6.91±5.68C
1.0	93±4B	17.32±3.54bc	90±9BC	24.30±3.78	62±4B	6.42±2.54D
2.0	91±4B	15.47±1.23cd	89±5C	24.25±3.90	56±8C	6.40±3.43E
5.0	87±9C	11.51±4.83d	89±7C	23.31±2.65	43±12D	2.55±1.31F

2.4 马铃薯连作土壤浸提液对受体植物胚根、胚芽的影响

由图 3 可知,随着马铃薯连作土壤浸提液浓度的增加,3 种受体植物的胚根长度均呈先升高后降低的趋势。浸提液浓度为 0~1.0 g/mL 时,番茄、辣椒、茄子 3 种受体植物的胚根长呈上升趋势,浓度为 1.0 g/mL 时,胚根长度值最大,分别是对照的 1.60、1.26、1.26 倍。浸提液浓度在 1.0~5.0 g/mL 之间,胚根长均呈下降趋势,浸提液浓度为 5.0 g/mL 时,胚根长度值最小,与最大值相

比,分别下降了 31.74%、11.35%、23.15%。在同一浓度下,3 种受体植物的胚根长表现为:番茄>辣椒>茄子,番茄胚根长度是辣椒的 1.42~1.85 倍,是茄子的 2.49~3.17 倍。

由图 4 可知,随着马铃薯连作土壤浸提液浓度的增加,番茄和辣椒的胚芽长呈上升趋势,浸提液浓度为 5.0 g/mL 时,番茄和辣椒的胚芽长分别是对照的 1.43、1.42 倍。茄子的胚芽长随浸提液浓度的升高表现出先升高后降低的现象。浸提液浓度为 1.0 g/mL 时,胚芽长度最大,

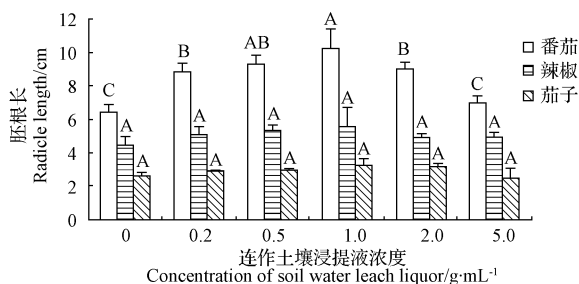


图3 马铃薯连作土壤浸提液对受体胚根长的影响

Fig. 3 Effects of soil water leach liquor on radical length

是对照的 1.40 倍。在同一土壤浸提液浓度下,3 种受体植物的胚根长表现为:番茄>辣椒>茄子,番茄胚根长度是辣椒的 1.48~1.62 倍,是茄子的 1.69~3.13 倍。

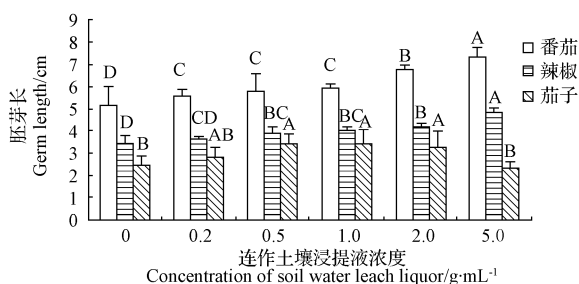


图4 马铃薯连作土壤浸提液对受体胚芽长的影响

Fig. 4 Effects of soil water leach liquor on germ length

3 结论与讨论

该试验研究了马铃薯秸秆、连作土壤浸提液对马铃薯同科植物(番茄、茄子、辣椒)的化感作用,结果表明,马铃薯秸秆水浸提液对番茄、茄子的发芽率、对 3 种受体植物的发芽指数和胚根长均有抑制作用,且随着浓度的升高呈降低趋势,辣椒的发芽率和 3 种受体植物胚芽长随浸提液浓度的升高表现出高浓度抑制低浓度促进的现象;连作土壤浸提液抑制 3 种受体植物的发芽率及发芽指数,促进番茄和辣椒胚芽生长,3 种受体植物胚根及

茄子胚芽随着连作土壤浸提液浓度的增加呈先升高后降低的趋势。由此可以看出,马铃薯秸秆水浸提液和连作土壤水浸提液均对同科作物具有化感作用,且对发芽率、发芽指数、胚根长和胚芽长具有一定浓度效应,说明马铃薯秸秆和连作土壤中具有水溶性化感物质。但对马铃薯的化感物质和连作障碍的机理仍有待进一步研究。

参考文献

- [1] 郑良永,胡剑非,林昌华,等. 作物连作障碍的产生及防治[J]. 热带农业科学,2005,25(2):58-62.
- [2] 吴凤芝,赵凤艳. 根系分泌物与连作障碍[J]. 东北农业大学学报,2003,34(1):114-118.
- [3] 高群,孟宪志,于洪飞. 连作障碍原因分析及防治途径研究[J]. 山东农业科学,2006(3):60-63.
- [4] 胡元森. 黄瓜连作障碍因子分析及其生物修复措施探讨[D]. 南京:南京农业大学,2005.
- [5] 裴国平,王蒂. 马铃薯连作障碍产生的原因与防治措施[J]. 广东农业科学,2010(6):31-32.
- [6] 张学军,陈晓群,王黎民,等. 设施蔬菜连作障碍原因与防治措施研究[J]. 科学技术与工程,2003(6):590-593.
- [7] 周志红,骆世明,牟子平. 番茄的化感作用研究[J]. 应用生态学报,1997,8(4):445-449.
- [8] 孔垂华,李德建,骆世明. 尿囊素的合成及其对作物的生化他感作用[J]. 生态科学,1995(2):88-91.
- [9] 王立清. 柳条的浸出液可以替代生长素[J]. 园林,1986(6):28-29.
- [10] 孔垂华,胡飞. 化感作用及其应用[M]. 北京:中国农业出版社,2001.
- [11] 邹丽芸. 西瓜连作障碍中自毒作用的研究[D]. 杭州:浙江大学,2004.
- [12] 袁照年. 甘蔗根际土壤化感潜力评价及其化感物质分析[J]. 中国生态农业学报,2010,18(5):1013-1017.
- [13] 赵杨景,杨峻山,王玉萍,等. 西洋参、紫苏籽和薏苡根水提物的化感作用[J]. 中草药,2004,35(4):452-455.
- [14] 刘素慧. 大蒜连作障碍形成机理及 EM 缓解效应的研究[D]. 泰安:山东农业大学,2011.
- [15] 王广印,孙晓娜. 辣椒植株水浸液对蔬菜种子发芽的化感作用[J]. 江苏农业学报,2008(5):26-29.
- [16] 陈长宝,刘继永,王艳艳,等. 人参根际化感作用及其对种子萌发的影响[J]. 吉林农业大学学报,2006,28(5):534-537.

Alleopathic Effect of Potato Continuous Cropping on Solanaceae

DU Qian¹, TONG Juan², LU Di³

(1. College of Biological Science and Engineering, Beifang University of Nationalities, Yinchuan, Ningxia 750021; 2. Ningxia Survey and Design Institute of Agriculture, Yinchuan, Ningxia 750021; 3. College of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

Abstract: Taking 'Longshu No. 1' as test materials, potato stalk and soil water leach liquor were used, the alleopathic effect of potato continuous cropping on Solanaceae (tomato, eggplant and pepper) were studied. The results showed that the potato stalk water leach liquor inhibited germination and germination index of the three species. Peppers germinating capacities and the germ length of three species with liquor concentration increases showed a phenomenon of high levels inhibiting and low concentration promoting. Soil leach liquor inhibited the three species germination rate and germination index, but promoted the tomatoes and peppers germ growth. Potato stalk and soil water leach liquor both had alleopathy on three Solanaceae crops germination rate, germination index, radicle length and germ length, and also had certain concentration effect.

Key words: potato; continuous cropping; alleopathic effect; Solanaceae; water leach liquor; germination