

玉米、大豆根系分泌物对马铃薯块茎萌发和 萌芽生长的化感效应

李翠萍

(滨州职业学院,山东 滨州 256603)

摘要: 为了探讨玉米、大豆与马铃薯间作、套种或轮作的生化关系,研究了玉米、大豆根系分泌物对马铃薯块茎萌发和萌芽生长的化感效应。结果表明:玉米、大豆根系分泌物均能促进马铃薯块茎萌发和萌芽生长,但2种根系分泌物及其不同浓度(100%、50%、25%)对马铃薯块茎萌发和萌芽生长的效应不同。高浓度(100%)玉米根系分泌物能显著促进马铃薯块茎萌发,提高马铃薯块茎发芽势,而低浓度(25%)则抑制马铃薯块茎萌发;大豆根系分泌物高、中、低浓度均能显著提高马铃薯块茎的发芽率和发芽势;2种根系分泌物所有浓度处理均显著提高了马铃薯块茎的活力指数,以100%玉米根系分泌物处理提高的幅度最大。玉米和大豆根系分泌物显著增加了马铃薯萌芽的鲜质量、干质量及长度,其中高浓度的根系分泌物表现出较强的促进作用。2种根系分泌物显著提高了马铃薯块茎中的淀粉酶活性,其中高浓度玉米根系分泌物提高的幅度最大,其次是高浓度的大豆根系分泌物。由此可见,玉米和大豆是马铃薯的良好前茬作物,其也可与马铃薯进行间作、套种。

关键词: 玉米;大豆;根系分泌物;马铃薯;块茎萌发;萌芽生长

中图分类号: S532 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2014)09-0031-04

Allelopathic Effects of Root Exudates from Corn and Soybean on Tuber Germination and Bud Growth of Potato

LI Cui-ping

(Binzhou Polytechnic College, Binzhou 256603, China)

Abstract: In order to study the biochemical relationships between intercropped crops (corn, soybean and potato), this test investigated allelopathic effects of corn, soybean root exudates on potato tuber germination and bud growth. The results showed that root exudates from corn and soybean were all able to promote tuber germination and bud growth of potato, but different types of root exudates and their different concentrations had different allelopathic effects. High concentrations (100%) of root exudates from corn promoted significantly potato tuber germination, increased tuber germination potential, whereas low concentrations (25%) inhibited germination. Soybean root exudates whether at high concentration or low concentration had a significant promoting effect on tuber germination rate and germination potential of potato. The root exudates from corn and soybean increased significantly the vigor index, with high concentration (100%) of root exudates from corn having the biggest increase. The root exudates from corn increased significantly bud fresh (dry) weight and bud length of potato, among which high concentration showed the strongest growth promotion effect, and a similar trend was observed among the root

收稿日期:2014-04-17

基金项目:山东省自然科学基金项目(ZR2012CM034)

作者简介:李翠萍(1972-),女,山东博兴人,助理工程师,主要从事畜产品加工及作物学研究。

E-mail: shifanzhongxin@163.com

exudates from soybean. The two types of root exudates significantly increased amylase vigor in potato tuber. High concentration of corn root exudates showed the strongest promotion effect, followed by the 100% concentration of soybean root exudates. Thus, corn and soybean are the fine front stubble crops of rotational potato, and they can also be intercropped with potato.

Key words: corn; soybean; root exudates; potato; tuber germination; bud growth

作物的间作、套种及轮作是我国传统的精工细作农业技术,在农业生产中发挥了重要作用^[1-2]。但是在间作、套种或者轮作实践中,人们只注重作物株型结构的搭配和养分利用的互补,而忽略了作物根系分泌物的影响(化感作用),限制了间作、套种及轮作理论的发展及其在生产实践中的应用^[3-5]。

玉米、大豆和马铃薯是我国的主要农作物,种植面积较大,仅次于水稻和小麦^[5-6]。为了增加产量,控制病虫害,人们经常将这 3 种作物进行间作、套种或者轮作,但对于其增产机制尚未全面研究清楚。化感作用是指植物或者微生物通过向周围环境释放化感物质来抑制或促进相邻植物或微生物生长的作用^[6-7]。化感作用广泛存在于植物间,农作物间作、套种或者轮作中的化感作用更加明显,如:黄瓜和番茄不能相邻种植,否则轻则减产,重则植株死亡,不能相邻种植的农作物还有高粱与芝麻,玉米与荞麦^[8-10]。但也有 2 种农作物种植在一起相互促进生长的情况,如马铃薯和菜豆以及豌豆和小麦种植在一起,能够相互促进生长,提高产量。目前关于不同农作物之间相互促进生长的研究还较少,为此,本试验选择马铃薯为受体作物,玉米、大豆为供体作物,研究玉米和大豆根系分泌物对马铃薯块茎萌发和萌芽生长的化感效应,以期玉米、大豆与马铃薯间作、套种或者轮作提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 材料

马铃薯品种为延薯 4 号,购于吉林吉科生物科技有限公司;玉米品种为掖丹 19 号,由吉林省农业科学院玉米所提供;大豆品种为吉科大豆,购于吉林吉科生物科技有限公司。

1.2 根系分泌物的收集与处理

按照常规方法将玉米、大豆种子分别播种在 2 个木箱里,当幼苗生长到 15~20 cm 时挖出,挖幼苗时尽量不要伤根,然后用水把根冲洗干净,再用去离子水冲洗 3 次。准备 2 个直径为 20 cm 的玻璃容器,盛有 1.5~2.0 cm 深的去离子水,挑选大小一致的玉米幼苗 600 株、大豆幼苗 1 200 株栽植于玻璃容器中,在温室适宜的温度和光照条件下培养 72 h,

分别收集培养后的 2 种培养液,用滤纸过滤,将 2 种滤液分别用去离子水定容至 5 L,放于 -20 ℃ 冰箱内保存备用^[5-6,11-13]。

1.3 试验设计

将收集备用的玉米和大豆 2 种根系分泌物滤液分别用去离子水配制成 100%、50%、25% 3 个不同浓度,分别用 A1、A2、A3 和 B1、B2、B3 表示。准备 7 个 2 L 的玻璃容器,分别加入 1 L 不同浓度的根系分泌物溶液和去离子水(CK),将切好的带有 1 个芽眼的马铃薯块茎(2 cm×2 cm)放入,每个容器放 20 个块茎,浸泡 5 h,然后将浸泡处理后的马铃薯块茎播种在育苗穴盘中。每个处理重复 3 次,共 21 个穴盘,将播种后的穴盘随机排列,放于适宜温度(22~25 ℃)和自然光照条件的温室内进行培养。培养 9 d 调查马铃薯块茎的发芽势;培养 20 d 调查马铃薯块茎的发芽率;培养 23 d 测定萌芽的鲜质量、干质量,并计算活力指数,活力指数=发芽率(%)×芽干质量(g);播种后每 5 d 采用 3,5-二硝基水杨酸法^[11-13]测定一次块茎的淀粉酶活性。

1.4 数据分析

每个重复分别调查,取其平均数,使用 SAS 6.0 软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 2 种作物根系分泌物对马铃薯块茎萌发的影响

从表 1 可以看出,2 种作物根系分泌物对马铃薯块茎萌发有不同的效果,大多数处理都促进了马铃薯块茎的萌发。与 CK 相比,100%浓度的玉米根系分泌物显著提高了马铃薯块茎的发芽率,但是 25%浓度处理却降低了马铃薯块茎的发芽率,而 50%浓度的处理没有产生明显的效果;玉米根系分泌物对马铃薯块茎发芽势的影响表现为,100%浓度和 50%浓度处理显著提高了马铃薯块茎的发芽势,而 25%浓度处理则显著降低了马铃薯块茎的发芽势。大豆根系分泌物无论高浓度还是低浓度处理都显著促进了马铃薯块茎的萌发,使马铃薯块茎的发芽率达到了 100%;100%浓度的大豆根系分泌物处理提高马铃薯块茎发芽势的程度最大,其次是 50%

浓度处理,25%浓度处理的效果最小。

从表 1 还可以看出,2 种作物根系分泌物均显著提高了马铃薯块茎发芽的活力指数,以 100% 浓度处理提高幅度最大。6 种处理液相比较,100% 浓度的玉米根系分泌物溶液处理的活力指数最大,其次是 100% 浓度的大豆根系分泌物溶液处理,50% 浓度的大豆根系分泌物溶液处理的活力指数最小,显著低于其他各处理。

表 1 不同根系分泌物溶液对马铃薯块茎萌发的影响

处理	发芽率/%	发芽势/%	活力指数
A1	100.00±0.0a	49.99±1.07b	2.100±0.091a
A2	93.75±2.0b	36.36±1.23c	1.500±0.081b
A3	87.50±1.0bc	10.00±1.11e	1.575±0.085b
B1	100.00±0.0a	57.14±1.42a	2.000±0.093a
B2	100.00±0.0a	50.00±2.03b	1.300±0.087c
B3	100.00±0.0a	35.00±1.53c	1.500±0.075b
CK	93.75±2.0b	22.73±1.35d	0.656±0.072d

注:同列数据后不同字母表示差异达到 0.05 显著水平,下同。

2.2 2 种作物根系分泌物对马铃薯块茎萌芽生长的影响

从表 2 可以看出,2 种作物根系分泌物溶液处理都促进了马铃薯块茎萌芽的生长,但是根系分泌物溶液的浓度不同,效果不同。2 种作物根系分泌物溶液处理都显著增加了马铃薯块茎萌芽的鲜质量,100% 浓度的玉米根系分泌物溶液处理的萌芽鲜质量最大,较 CK 提高了 118.1%,其次是 100% 浓度的大豆根系分泌物溶液处理,较 CK 提高了 102.6%,50% 浓度的大豆根系分泌物处理的萌芽鲜质量最小,较 CK 仅提高 36.8%。2 种作物根系分泌物溶液处理同样显著提高了马铃薯块茎萌芽的干质量,相同浓度下玉米根系分泌物溶液处理提高的幅度较大,而大豆根系分泌物溶液处理提高的幅度较小,以 100% 浓度的玉米根系分泌物溶液处理的萌芽干质量最大,较 CK 提高 200.0%,其次是 100% 浓度的大豆根系分泌物处理,较 CK 提高 185.7%,这 2 个处理的萌芽干质量显著高于其他处理(A3 处理除外)。2 种作物根系分泌物溶液处理对萌芽的长度也表现出同样的促进效果,100% 浓度的玉米根系分泌物溶液处理的萌芽长度最大,较 CK 提高 597.0%,其次是 100% 浓度的大豆根系分泌物处理及 50% 浓度的大豆根系分泌物处理,分别较 CK 提高 505.2%、460.5%,这 3 个处理的萌芽长

度显著大于其他处理。

表 2 不同根系分泌物溶液对马铃薯块茎萌芽生长的影响

处理	芽鲜质量/g	芽干质量/g	芽长/cm
A1	0.338±0.012a	0.021±0.003a	1.623±0.065a
A2	0.247±0.016b	0.016±0.005b	0.812±0.062cd
A3	0.263±0.018b	0.018±0.005ab	0.919±0.077c
B1	0.314±0.016a	0.020±0.001a	1.410±0.056ab
B2	0.212±0.014cd	0.013±0.004bc	1.306±0.065b
B3	0.231±0.011bc	0.015±0.003b	0.900±0.071c
CK	0.155±0.012e	0.007±0.003d	0.233±0.086e

2.3 2 种作物根系分泌物对马铃薯块茎萌发中淀粉酶活性的影响

从图 1 可以看出,2 种作物根系分泌物溶液对马铃薯块茎中淀粉酶活性的影响表现一致,即随着播种后时间的延长,淀粉酶活性逐步增加,均呈现“S”型曲线变化。马铃薯块茎播种后 5 d 内,淀粉酶活性增加幅度较小,随后变化幅度增大,直到播种 15 d 后又呈现出较慢的变化。马铃薯块茎播种后 5 d 内,各处理差异比较小,播种后 10~25 d,大豆、玉米根系分泌物溶液处理的马铃薯块茎淀粉酶活性显著高于 CK($P<0.05$)。在播种后 15 d,100% 浓度的玉米根系分泌物溶液处理的淀粉酶活性最高,其次是 100% 浓度的大豆根系分泌物溶液处理。

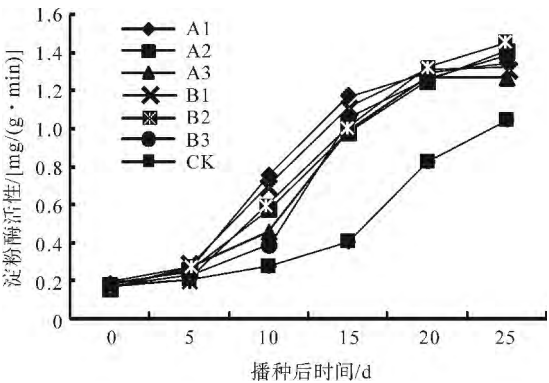


图 1 不同根系分泌物溶液对马铃薯块茎萌发中淀粉酶活性的影响

3 结论与讨论

作物根系分泌物中含有多种化感物质成分,化感作用与根系分泌物种类及浓度有密切关系。不同作物的根系分泌物有不同的化感效应,同一作物的根系分泌物不同浓度化感效应也不相同,甚至完全相反^[14-15]。本试验结果表明:高浓度(100%)的玉米根系分泌物对马铃薯块茎萌发有明显促进作用,中浓度(50%)下促进作用不明显,低浓度(25%)下表

现抑制作用;大豆根系分泌物无论高浓度还是低浓度都显著提高了马铃薯块茎的发芽率和发芽势,这可能是由于 2 种作物根系分泌物中促进马铃薯块茎萌发的化感物质种类不同或含量不同所致。2 种作物根系分泌物都显著促进了块茎萌芽的生长,无论是玉米根系分泌物还是大豆根系分泌物,均表现为高浓度(100%)对萌芽生长的促进作用最大。由此可以推测,继续增加根系分泌物的浓度,促进效应可能会更加明显,这有待于今后进一步研究。

作物间套混作及轮作在减少病虫害危害、增加产量等方面比单一种植表现出明显的优势,正确认识间套混作及轮作中的化感作用是间套混作及轮作获得成功的关键因素之一^[12-13,16]。本试验利用化感作用原理研究了种植面积较大、被认为是良好前茬作物的玉米、大豆根系分泌物对马铃薯萌发和萌芽生长的影响,为玉米、大豆与马铃薯间套混作及轮作提供种间生化关系方面的理论依据。本研究结果表明,玉米、大豆 2 种作物根系分泌物均能显著促进马铃薯块茎萌发和幼芽生长,增加马铃薯块茎淀粉酶活性,从而加速块茎中贮藏物质的转化。从化学生态学角度来看,玉米、大豆与马铃薯之间具有良好的种间生化关系,二者与马铃薯间套混作或轮作都能够促进马铃薯的生长。但是要将这些种植模式应用于生产实践,还必须考虑玉米、大豆根系分泌物对根际土壤微生物的化感作用等因素。

参考文献:

- [1] 吴存浩. 中国农业史[M]. 北京:警官教育出版社, 1996:554-559.
- [2] 马骥,马淑云,程寅生,等. 玉米大豆间作效应分析[J]. 西北农业大学学报,1994,22(4):80-84.
- [3] 吴光坤. 间作套种有讲究[J]. 山西农业,2005(3):34.
- [4] 宋同清,王克林,彭晚霞,等. 亚热带丘陵茶园间作白三叶草的生态效应[J]. 生态学报,2006,26(11):3647-3655.
- [5] 李彦斌,刘建国,谷冬艳. 植物化感自毒作用及其在农业中的应用[J]. 农业环境科学学报,2007,26(增刊):347-350.
- [6] 柴强,冯福学. 玉米根系分泌物的分离鉴定及典型分泌物的化感效应[J]. 甘肃农业大学学报,2007,42(5):43-48.
- [7] Rice E L. Allelopathy[M]. 2nd ed. New York: Academic Press,1984:1-50.
- [8] 张学文,刘亦学,刘万学,等. 植物化感物质及其释放途径[J]. 中国农学通报,2007,23(7):295-297.
- [9] 林娟,殷全玉,杨丙钊,等. 植物化感作用研究进展[J]. 中国农学通报,2007,23(1):68-72.
- [10] 侯永侠,周宝利,吴晓玲,等. 辣椒根系分泌物化感作用的研究[J]. 沈阳农业大学学报,2007,38(4):504-507.
- [11] 蔺琰东,秦舒浩,王丽. 外源邻苯二甲酸二甲酯和苯甲酸对马铃薯组培苗生长的化感效应[J]. 广东农业科学,2011(9):17-20.
- [12] 马光恕,廉华,王彦宏. 钼酸钠浸种处理对马铃薯萌发效应的研究[J]. 黑龙江八一农垦大学学报,2010,22(4):4-7.
- [13] 邱清华,邓绍云. 拮抗细菌处理种薯对马铃薯发芽、植株生长及产量的影响[J]. 作物杂志,2008(3):43-45.
- [14] 牟金明,李万辉,张凤霞. 根系分泌物及其作用[J]. 吉林农业大学学报,1996,18(4):114-118.
- [15] Bruce Williamson G, Richardson D. Bioassays for allelopathy: Measuring treatment responses with independent controls[J]. Journal of Chemical Ecology, 1988,14:181-187.
- [16] 阎飞,杨振明,韩丽梅. 植物化感作用(Allelopathy)及其作用物的研究[J]. 生态学报,2000,20(4):692-696.