

玉米线辣椒套作对线辣椒根际、非根际土壤微生物、酶活性和土壤养分的影响

徐 强,程智慧,孟焕文,张 昱

(西北农林科技大学园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 实验旨在研究不同种植模式、作物种间不同的根部隔离处理对线辣椒根际与非根际土壤微生物数量、土壤酶活性及土壤养分有效含量的影响。结果表明:套作栽培的线辣椒根际、非根际土壤微生物数量、酶活性均高于单作栽培。与膜隔处理相比,网隔与无隔处理的根际、非根际土壤微生物数量及酶活性均有提高,其中以网隔处理最高。各处理根际土壤有机质、有效磷、有效钾含量均低于非根际土壤,但碱解氮含量表现为根际土壤高于非根际土壤。网隔处理中尼龙网减缓了玉米根系对线辣椒根系营养的直接竞争,同时玉米根系根际效应使其根际、非根际土壤养分含量在所有处理中最高。土壤微生物主要类群数量是影响土壤酶活性主要因子,与土壤酶活性显著相关。有机质、碱解氮含量与土壤酶活性、微生物数量呈极显著相关,有效磷含量与土壤酶活性、微生物数量呈正相关。土壤真菌数量、脲酶活性与有效钾含量呈负相关。

关键词: 线辣椒;根系;土壤微生物;土壤酶;土壤养分
中图分类号: S158.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2007)03-0094-06

自 1904 年德国科学家 Lorenz Hiltner 提出根际(Rhizosphere)概念以来,根际微域环境研究越来越受到重视,已成为土壤学最活跃、最前沿的研究领域。近些年来,根际研究不断向土壤养分有效性、土壤酶、物质循环、微生物量等领域拓展,并不断探索新的研究方法。这些方法为人工调节与优化土壤生态系统提供了理论支撑和实践依据。

线辣椒是我国农产品出口创汇的名优特产,在陕西省栽培面较大,占全国线辣椒栽培面积的 1/4~1/3^[1]。陕西省多数地区的线辣椒栽培模式主要是小麦、线辣椒、玉米“梯阶式”间作套种。在这种栽培模式中,小麦与线辣椒的共生期很短(25 d 左右,且线辣椒处于缓苗期),以线辣椒与玉米共生为主,共生期达 90 d 左右。线辣椒与玉米套种具有明显的套种优势,然而,迄今对其机理尚缺乏深入了解。过去间套作生态系统的研究多是围绕着共生期复合群体田间小气候^[2]、植株的发育^[3]、氮素的吸收利用和分配等^[4,5],尤其对地上部光的竞争研究较为深入系统^[6,7],但对间套作复合群体根际生态系统的研究较少。本实验研究了不同种植模式、作物种间不同的根部隔离处理对线辣椒根际和非根际土壤的微生物数量、酶活性及养分有效含量的影响,为实践中改善间作作物根系的养分竞争、提高产量

等问题提供科学的理论依据,为发展高效的种植模式提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 实验设计

实验于 2005 年在西北农林科技大学园艺场大田进行,供试土壤为肥力条件中等的壤质土。本实验采用裂区设计,玉米单作、线辣椒单作、玉米/线辣椒套作 3 种不同的栽培模式为主处理;线辣椒/玉米套作田间微区种间根系的 3 种不同隔离为副处理,即:膜隔(玉米线辣椒根系间用塑料薄膜隔离,根系和肥水都不能相互通过)、网隔(玉米线辣椒根系间用 37.5 μm 尼龙网隔离,根系不能通过,肥水可以相互通过)和无隔(玉米线辣椒根系间不分隔,根系和肥水均可以相互通过),塑料膜和尼龙网埋入地下 50 cm,位置为边行的玉米与线辣椒中间,重复 3 次(2 重复用于取样,第 3 个重复用于计产)。线辣椒育苗移栽,玉米直播,各处理的肥水管理完全一致。玉米品种为早熟的陕高农 1 号,线辣椒品种为西北农林科技大学园艺学院选育的陕 8819。

1.2 种植形式

玉米/线辣椒套种方式采用生产上广泛采用的 6:2 条带式种植,种植带东西走向,玉米/线辣椒占

地带宽 2.8 m,其中玉米 0.4 m(2 行),占 14.3%,线辣椒 2 m(6 行),占 85.7%,即按套作中两种作物各自所占净面积计。玉米的行间距为 0.4 m,株间距 0.35 m,留苗 71475 株/hm²;线辣椒行距 0.4 m,株距 0.35 m,留苗 64 475 穴/hm²,每穴留苗 3 株;玉米与线辣椒的行间距为 0.3 m。单作和间作物播种密度相同,单作玉米 10 行,单作线辣椒 10 行,单作小区两侧设有保护行。线辣椒苗龄 70 d,6 月 20 日定植;玉米 7 月 12 日播种,10 月 20 日收获,线辣椒与玉米共生 95 d。

1.3 测定方法

分别于线辣椒的始花期、果实膨大期、采收期采集根际、非根际的土样测定,在每个处理小区内按 S 型进行多点取样,用抖土法收集植株根际土,每个处理的多点取样分别混匀,过 2 mm 筛,4℃ 保存。微生物用平板涂抹法测定,细菌用牛肉膏蛋白胨培养基、真菌用马丁氏培养基、放线菌用改良的高氏 1 号培养基^[8]。土壤的有机质、碱解氮、有效磷、有效钾分别采用丘林法、碱解扩散法、(碱溶)钼锑抗比色法、(NH₄OAc 浸提)火焰光度法测定^[9];土壤脲酶、碱性磷酸酶、蔗糖酶、蛋白酶和过氧化氢酶活性,分别用靛酚蓝比色法、磷酸苯二钠比色法、3,5-二硝基水杨酸比色法、茚三酮比色法、0.1 mol/L KMnO₄ 滴定法测定^[10,11]。

本文以 3 次取样测定结果的平均值计为测定值,所有数据最后都通过测定各自的土壤含水量换算为每克烘干土的含量。数据统计分析采用 Minitab 软件,方法参考了约翰逊与库贝主编的《基础统计学》^[12]。

表 1 不同种植模式与种间隔根处理对线辣椒根际和非根际土壤微生物类群及多样性指数的影响

Table 1 Effect of different culture pattern and interspecific root partition treatments on microbial strains and diversity index in capsicum rhizosphere and non-rhizosphere soil

处理 Treatments	细菌(10 ⁶ 个/g) Bacteria			真菌(10 ⁴ 个/g) Fungi			放线菌(10 ⁴ 个/g) Actinomycetes			总数(10 ⁶ /g) 个 Total			多样性指数 Diversity index	
	R	NR	R/NR	R	NR	R/NR	R	NR	R/NR	R	NR	R/NR	R	NR
线辣椒单作 Capsicum monoculture	5.08 _a	1.33 _a *	4.06 _b	4.17 _a	2.96 _a *	1.41 _a	14.48 _a	7.54 _a *	1.93 _a	5.27 _a	1.43 _a *	3.87 _b	0.1721 _a	0.3154 _b
网隔 Partition with nylon mesh	7.32 _b	3.16 _b *	2.33 _{ab}	6.66 _b	3.00 _a *	2.22 _b	22.97 _c	10.85 _c *	2.12 _a	7.62 _b	3.30 _b *	2.32 _{ab}	0.1893 _a	0.1968 _a
膜隔 Partition with plastic sheet	5.26 _a	1.70 _a *	3.17 _{ab}	3.89 _a	2.86 _a *	1.37 _a	14.54 _a	7.14 _a *	2.04 _a	5.44 _a	1.80 _a *	3.09 _{ab}	0.1657 _a	0.2497 _{ab} *
无隔 No partition	6.10 _{ab}	3.00 _b *	2.04 _a	5.90 _b	3.24 _a *	1.84 _{ab}	18.68 _b	9.18 _b *	2.03 _a	6.35 _{ab}	3.13 _b *	2.04 _a	0.1862 _a	0.1884 _a

注:R 和 NR 分别表示根际和非根际;小写字母表示不同处理在 5%水平上差异显著,* 表示根际与非根际在 5%水平上差异显著,下同。
Note: R and NR mean rhizosphere and non-rhizosphere respectively; the small letter means difference between treatments is significant, and * means difference between rhizosphere and non-rhizosphere is significant at the level of 5%; The same as below.

放线菌是简单细菌和真菌之间的一个过渡类群,土壤放线菌数量介于细菌和真菌之间。放线菌数量在不同处理的根际和非根际土壤中的变化趋势与细菌相似。不同处理的根际与非根际土壤放线菌数量差异显著,但处理间的根际效应差异不显著,网隔处理分别比其它处理提高 3.9%~9.0%。土壤微生物总数在不同处理中的变化趋势与细菌相似。

物种多样性是群落生物组成结构的重要指标,本文采用了 α 多样性指数,反映了群落所含物种的多寡(物种丰富度)和群落中各个种的相对密度(物种均匀度)。不同处理中非根际微生物多样性指数均高于根际,膜隔处理的根际与非根际土壤微生物多样性指数的差异达到显著水平。根际土壤中网隔处理的多样性指数最高,非根际土壤中单作处理的多样性指数最高。根际土壤的物种多样性指数各处理间差异不显著。

表 2 不同种植模式与种间隔根处理对线辣椒根际和非根际土壤酶活性的影响
Table 2 Effect of different culture pattern and interspecific root partition treatments on enzyme activities in capsicum rhizosphere and non-rhizosphere soil

处理 Treatments	蔗糖酶(mg/g) Sucrase			碱性磷酸酶(mg/g) Phosphatase			脲酶(mg/g) Urease			过氧化氢酶(ml/g) Catalase		
	R	NR	R/NR	R	NR	R/NR	R	NR	R/NR	R	NR	R/NR
线辣椒单作 Capsicum monoculture	5.57 _a	3.77 _a *	1.49 _b	0.68 _a	0.51 _a	1.32 _a	5.28 _a	3.38 _a	1.58 _a	3.35 _a	2.79 _a	1.22 _a
网隔 Partition withnylon mesh	7.28 _b	6.03 _b	1.21 _{ab}	1.05 _b	0.85 _b *	1.23 _a	8.92 _b	4.48 _b *	2.00 _a	5.75 _c	3.03 _a *	1.91 _a
膜隔 Partition with plastic sheet	5.62 _a	4.06 _a *	1.39 _{ab}	0.69 _a	0.51 _a	1.37 _a	5.48 _a	3.62 _{ab}	1.51 _a	3.49 _a	2.76 _a	1.27 _a
无隔 No partition	6.48 _{ab}	5.78 _b	1.12 _a	0.95 _{ab}	0.77 _b	1.23 _a	8.50 _{ab}	5.17 _b	1.67 _a	4.49 _b	2.92 _a *	1.54 _a

磷酸酶对土壤磷素的有效性具有重要的作用,加速有机磷的脱磷速度,与有效磷含量呈正相关,其活性是评价土壤磷素生物转化方向与强度的指标。从表 2 看出,线辣椒根际土壤磷碱性酸酶活性均大于非根际土壤,网隔处理根际与非根际土壤碱性磷酸酶活性差异显著,不同处理间的根际效应差异不显著。根际和非根际土壤中碱性磷酸酶活性的变化趋势与蔗糖酶相似,网隔处理最大,单作处理最小。根际和非根际土壤的碱性磷酸酶活性网隔处理分别比其它处理高 10.5%~54.4%和 10.4~66.7%。

脲酶广泛存在于土壤中,其酶促产物氨是植物的氮源之一,尿素的水解与脲酶密切相关。同时,脲酶与土壤有机质含量、微生物数量也密切相关。从表 2 看出,不同处理的根际土壤脲酶活性也均大于非根际土壤,只有网隔处理的根际与非根际土壤脲酶活性差异显著,这和碱性磷酸酶活性表现相同。

2.2 土壤酶活性的变化

土壤酶系统是土壤中最活跃的部分,土壤酶和土壤微生物一起共同推动土壤的代谢过程。蔗糖酶又叫转化酶或 β -呋喃果糖苷酶,它与土壤有机质、氮、磷含量、微生物数量及土壤呼吸强度等有关,对增加土壤中易溶性营养物质起着重要作用,是反映土壤肥力水平的一个重要指标。从表 2 看出,处理间土壤蔗糖酶活性的差异在线辣椒根际和非根际土中表现一致,表现为网隔>无隔>膜隔>单作,根际和非根际土壤中网隔处理蔗糖酶活性比其它处理高 12.3%~30.7%和 4.3%~59.9%。网隔与无隔处理间差异不显著,膜隔与单作处理间差异不显著。单作和膜隔处理的根际与非根际土壤的蔗糖酶活性差异显著。处理间的根际效应与酶活性变化趋势不同,表现为单作>膜隔>网隔>无隔。

处理间根际效应差异显著。网隔处理的根际土壤脲酶活性分别比单作,膜隔,无隔处理高 68.9%,62.8%,4.9%。

过氧化氢酶是一个氧化还原酶,其活性与土壤有机质含量、微生物数量有关。网隔和无隔处理根际土壤的过氧化氢酶活性显著高于非根际土壤。根际效应大小为网隔>无隔>膜隔>单作,但处理间差异不显著。网隔处理根际土壤过氧化氢酶活性分别比单作,膜隔,无隔处理高 71.6%,64.8%,28.1%,单作与膜隔处理间差异不显著,非根际土壤的过氧化氢酶活性处理间差异不显著。

2.3 土壤养分的变化

线辣椒根际土壤中有机质含量呈现网隔>无隔>膜隔>单作,网隔处理分别比它们高 6.7%、27.9%、29.5%,网隔与无隔、单作与膜隔处理间差异不显著;而非根际土壤中有机基质含量表现为网

隔>无隔>单作>膜隔,网隔处理分别比它们高 17.3%、35.9%、42.9%,膜隔与单作处理间差异不显著(表 3)。网隔、膜隔、无隔 3 种线辣椒玉米复合根系群体地上部温光生态条件相同,但地下部根系活动和肥水条件有着很大差异,网隔处理土壤有机质含量最高,说明尼龙网隔根阻止了玉米根系的通过,而

玉米根系分泌物和肥水的通过可能是促进线辣椒土壤有机质含量提高的原因。各处理土壤有机质含量均表现出非根际高于根际,且单作和网隔处理的根际与非根际土壤有机质含量差异显著,这与根际有机质矿化速率不同以及根系分泌有机化合物的量不同有关。根际效应大小为膜隔>无隔>单作>网隔。

表 3 不同种植模式与种间隔根处理对线辣椒根际和非根际土壤养分含量的影响
Table 3 Effect of different culture pattern and interspecific root partition treatments on nutrition content in capsicum rhizosphere and non-rhizosphere soil

处理 Treatments	有机质(g/kg) Organic matter			碱解氮(mg/kg) Alkali-hydrolyzable N			有效磷(mg/kg) Available P			有效钾(mg/kg) Rapidly available K		
	R	NR	R/NR	R	NR	R/NR	R	NR	R/NR	R	NR	R/NR
线辣椒单作 Capsicum monoculture	14.18a	16.15a*	0.88ab	103.92ab	120.48b*	0.86a	100.18b	103.86a	0.96ab	427.84b	437.59b	0.98b
网隔 Partition with nylon mesh	18.36b	21.96c*	0.84a	115.62c	131.91d*	1.10b	140.43c	142.93b	0.98b	511.41c	556.51d*	0.92a
膜隔 Partition with plastic sheet	14.35a	15.36a	0.93b	110.88b	125.57c*	0.88a	89.83a	103.48a*	0.87a	506.84c	517.80c	0.98b
无隔 No partition	17.21b	18.72b	0.92b	101.91a	115.05a*	0.89a	135.96c	135.01b	1.01b	355.77a	388.74a*	0.91a

不同栽培模式和隔根处理对线辣椒根际与非根际土壤碱解氮含量的影响见表 3。线辣椒根际土壤碱解氮含量均低于非根际土壤,根际土壤碱解氮含量在不同处理间差异显著,所有处理的根际土壤碱解氮含量与非根际土壤差异显著。线辣椒根际与非根际土壤碱解氮含量处理间变化趋势一致,均表现为网隔>膜隔>单作>无隔。单作、膜隔、无隔处理的碱解氮根际效应处理间差异不显著,网隔处理最大,与其它处理差异显著。

线辣椒根际与非根际土壤有效磷含量处理间变化趋势一致,均表现为:网隔>无隔>单作>膜隔。各处理的根际土壤有效磷含量均低于非根际,且膜隔处理根际土壤的有效磷含量显著小于非根际,其原因可能是根系吸收造成的根周围磷亏缺。根际效应表现为:无隔>网隔>单作>膜隔,无隔处理分别比其它处理高 3.1%、5.2%、16.1%。

各处理线辣椒根际土壤有效钾含量均低于非根际(表 3),网隔与无隔处理的根际与非根际土壤有

效钾含量差异显著。这是因为土壤钾主要以扩散方式运动,根际一般存在亏缺现象。根际、非根际土壤有效钾含量处理间差异均表现为:网隔>膜隔>单作>无隔,这与碱解氮含量表现相同,说明线辣椒玉米复合根系存在养分竞争。单作与膜隔处理间的根际效应差异不显著,无隔与网隔处理间的根际效应差异不显著。

2.4 土壤养分含量与土壤微生物数量、土壤酶活性的相关性

利用根际与非根际土壤的有效养分含量、酶活性、微生物数量进行相关分析,结果见表 4、表 5。

由表 4 看出,土壤有机质含量、碱解氮含量与所有相关因子呈极显著相关,土壤有效磷含量与所有相关因子呈正相关。土壤真菌数量、土壤脲酶活性与土壤有效钾含量呈负相关,说明真菌和脲酶对活化土壤中钾的作用较小,而其它所测定的因子与土壤有效钾含量呈正相关。

表 4 土壤养分与土壤微生物类群数量、酶活性的相关关系
Table 4 Correlation between soil nutrition content and soil microbe strains amount and enzyme activity

相关因子 Correlative factor	细菌 Bacteria	真菌 Fungi	放线菌 Actinomycetes	蔗糖酶 Sucrase	碱性磷酸酶 Phosphatase	脲酶 U rease	过氧化氢酶 Catalase
有机质 Organic matter	0.951**	0.919**	0.971**	0.872**	0.937**	0.874**	0.931**
碱解氮 Alkali-hydr. N	0.404	0.250	0.518	0.384	0.313	0.118	0.531
有效磷 Available P	0.929**	0.960**	0.925**	0.905**	0.896**	0.897**	0.866**
有效钾 Rapidly available K	0.176	-0.059	0.243	0.071	0.019	-0.139	0.267

土壤微生物数量与土壤酶活性均呈极显著相关(表 5)。这说明土壤微生物数量与土壤酶活性之间的相互影响很大。

表 5 土壤酶活性与微生物类群数量的相关关系

Table 5 Correlation between soil enzyme activity and microbe strains amount

相关因子 Correlative factor	蔗糖酶 Sucrase	碱性磷酸酶 Phosphatase	脲酶 Urease	过氧化氢酶 Catalase
细菌 Bacteria	0.887 **	0.892 **	0.885 **	0.910 **
真菌 Fungi	0.867 **	0.935 **	0.858 **	0.904 **
放线菌 Actinomycetes	0.884 **	0.907 **	0.799 **	0.960 **

3 讨 论

土壤是活的有机体,其中土壤微生物是其重要的组成部分,参与了土壤中物质的分解与转化,它对土壤肥力的形成起着积极的作用。土壤酶参与有机质的分解和腐殖质的形成,是土壤生物活性的综合表现,它催化土壤中的生物化学反应,影响着土壤养分的形成、累积^[13,14]。国内外许多学者认为,土壤酶活性可以作为衡量土壤生物学活性和土壤生产力的指标^[15,16]。有人也曾报道不同的土壤管理方式会对土壤中微生物数量、酶活性及养分含量产生影响^[17~19]。

本实验研究了不同种植模式,作物种间不同的根系分隔处理对线辣椒根际与非根际土壤的微生物数量、酶活性、有效养分含量及根际效应的影响。种间隔根处理的植株地上部光的竞争情况完全相同,地下部营养的竞争显著不同。网隔和无隔处理根际土壤有效养分含量明显比其它处理高,这可能是在无隔和网隔处理中,两作物共生调节了根系的生理活动,根系分泌物和腐解物的作用,继而促进了土壤微生物的活动,使土壤微生物数量和多种酶活性较单作和膜隔处理提高,从而有利于土壤养分的释放和有效化。单作与膜隔处理的植株根系生长环境基本相同,只有种内竞争,不与其它作物相互作用,所以两者根际土壤的各项指标差别不大。无隔处理根系间的信息交流较网隔处理更充分,但无隔处理的土壤养分稍低,其原因是玉米根系较强大,两者套作中玉米的竞争能力大于线辣椒,根系直接竞争易造成线辣椒根系的养分暂时短缺,在养分充足的土壤上表现不明显。本实验研究表明玉米线辣椒套作两作物地下部存在养分的激烈竞争,因此,应加强肥水管理,减少地下部的竞争,促进地上部的优势互补。隔根处理改变了线辣椒根际与非根际的土壤有

效养分、微生物和酶活性,可能是通过调节根系的生理活动而影响微生物活动继而活化了土壤酶,以及根周围微生物的生命活动所产生的酶,进一步改变了土壤有效养分含量。根际微生物通过吸持土壤中的养分,形成根际缓效供应的养分库,如韩晓日等^[20]通过研究小麦认为作物吸收氮中大部分来源于土壤微生物体矿化释放的氮,其中作物吸收的化肥氮中有 1/3 以上来自于微生物体矿化释放的氮。土壤中氮的微生物固持和矿化是土壤氮素循环中的 2 个同时进行、但方向相反的重要过程。因此,土壤微生物在土壤养分活化中起重要作用,间套作在养分利用方面产生的补偿和提高作用可能来自于微生物数量的增加。本实验中玉米/线辣椒套作复合群体不同材料的根部分隔处理与单作根际微生物数量及根际土壤养分含量的差异证明了这一点。

本实验研究结果表明,土壤微生物与土壤酶活性、土壤微生物、土壤酶活性与土壤有效养分含量都密切相关,这与前人的研究一致^[14]。这种两个变量间的简单相关系数往往不能很准确地说明这两个变量之间的真正关系,因为在多个变量的反应系统中,任意两个变量的线性相关关系,都会受到其它变量的影响,因此两个变量之间的线性相关关系及其在土壤科学研究中的应用尚需进一步探索。

参 考 文 献:

[1] 赵尊练,史联联,谭根堂,等. 陕西省辣椒主产区辣椒病毒病病原种类鉴定及其分布研究[J]. 中国农业科学, 2004, 37(11): 1738—1742.

[2] 傅金和,傅懋毅,曹群根,等. 桃茶人工复合生态系统小气候特征研究[J]. 浙江农业大学学报, 1995, 21(3): 293—298.

[3] 周治国,孟亚利,施 培. 棉套两熟棉苗根系生长特性与地上部生长的关系[J]. 棉花学报, 2000, 12(4): 222—224.

[4] 褚贵新,沈其荣,李奕林,等. 用¹⁵N 叶片标记法研究旱作水稻与花生间作系统中氮素的双向转移[J]. 生态学报, 2004, 24(2): 278—282.

[5] Keating B A, Carberry P S. Resource capture and use in intercropping: solar radiation [J]. Field Crop Research, 1993, 34: 273—301.

[6] 李芳东,傅大立,王保平. 桐麦间作系统小麦群体光合量及其与产量的关系[J]. 北京林业大学学报, 1998, 20(3): 108—114.

[7] 李 隆,金绍龄,张丽慧,等. 小麦/玉米带田中光捕获、利用及干物质积累特点[J]. 西北农业大学学报, 1996, 5(24): 42—48.

[8] 赵 斌,何绍江. 微生物学实验[M]. 北京: 科学出版社, 2002. 121—135.

[9] 鲍士旦. 土壤农化分析(第三版)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000. 25—114.

[10] 严祖升. 土壤肥力研究方法[M]. 北京: 农业出版社, 1988. 122—224.

[11] 关松荫.土壤酶及其研究法[M].北京:农业出版社,1986.260—344.

[12] 约翰逊,库贝.基础统计学[M].北京:科学出版社,2003.717—768.

[13] 李 松.豆科牧草对土壤酶活性及肥力影响研究[J].草业科学,1993,10(5):20—23.

[14] 邱莉萍,刘 军,王益权,等.土壤酶活性与土壤肥力的关系研究[J].植物营养与肥科学报,2004,10(3):277—280.

[15] Ф X 哈兹耶夫.土壤酶活性[M].北京:科学出版社,1980.24—75.

[16] 周礼恺.土壤酶学[M].北京:科学出版社,1987.106—221.

[17] 柴 强,黄 鹏,黄高宝.间作对根际土壤微生物和酶活性的影响研究[J].草业学报,2005,14(5):105—110.

[18] 孟亚利,王立国,周治国,等.麦棉两熟复合根系群体对棉花根际非根际土壤酶活性和土壤养分的影响[J].中国农业科学,2005,38(5):904—910.

[19] 张成娥,杜社妮.黄土塬区果园套种对土壤微生物及酶活性的影响[J].土壤与环境,2001,10(2):121—123.

[20] 韩晓日,郭鹏程.土壤微生物对施入肥料氮的固持及其动态研究[J].土壤学报,1998,35(3):412—418.

Effect of the capsicum and maize intercropping on soil microbe number, soil enzyme activity and soil nutrient content at the capsicum rhizosphere and non-rhizosphere zones

XU Qiang, CHENG Zhi-hui, MENG Huan-wen, ZHANG Yu
(College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The effects of different culture patterns, i.e. capsicum monoculture and intercropping, different interspecific root partition treatments, i.e. partition with nylon mesh (MCRM), partition with plastic sheet (MCRP), without partition (MCRN), on soil microbe number, soil enzyme activity and soil nutrient content in the capsicum rhizosphere and non-rhizosphere zones were investigated. The results showed that: soil microbe number and soil enzyme activity of intercropped capsicum rhizosphere and non-rhizosphere zones is higher than that of the monoculture capsicum. Compared with MCRP treatment, the microbe number and enzyme activity of capsicum rhizosphere and non-rhizosphere soil increased in MCRN and MCRM treatments, and the soil microbe number and enzyme activity in MCRM were the highest one. The content of organic matters, available phosphor, available potassium and alkali-hydrolyzable nitrogen in the capsicum rhizosphere soil was less than those of capsicum non-rhizosphere. The soil nutrient content in MCRM was highest one as a result of nylon mesh slowed down the nutrient directly competition of maize root to capsicum root and maize root exudate and rhizospheric effects at the same time. Soil important mircobe group number was main factor influencing soil enzyme activity; besides there was an extremely significant correlation between them. The content of organic matter and alkali-hydrolyzable nitrogen were also extremely significant correlation with soil microbe number and enzyme activity, available phosphor content was positive correlation with soil microbe number and enzyme activity. Soil fungi number and urease activity were negative correlation with soil available potassium content.

Keywords: capsicum; root; soil microbe; soil enzyme; soil nutrient