

线辣椒/玉米套作对产量和品质的影响

徐 强¹,程智慧²,卢 涛³,谢宝英⁴

(1.安徽农业大学园艺学院,安徽 合肥 230036; 2.西北农林科技大学园艺学院,陕西 杨凌 712100;

3.濮阳市园林绿化处,河南 濮阳 457000; 4.安徽农业大学理学院,安徽 合肥 230036)

摘 要:以套作线辣椒/玉米、单作线辣椒和单作玉米为研究对象,运用地下部种间根系分隔技术,研究了套作和单作种植模式下线辣椒、玉米产量和品质的差异。结果表明,线辣椒/玉米套作具有显著的产量优势,土地当量比为1.18~1.24。套作玉米与单作玉米相比呈现明显的套作品质优势,套作玉米的蛋白质含量、脂肪含量、百粒重等品质指标明显高于单作玉米。套作线辣椒与单作线辣椒相比呈现明显的套作品质劣势,套作线辣椒果实的辣椒素含量、可溶性糖含量、糖酸比、抗坏血酸含量等品质指标均低于单作线辣椒,有机酸含量和干物质含量高于单作线辣椒。线辣椒果实的品质指标在果实发育过程中的变化趋势不同,套作线辣椒果实品质指标的降低幅度在可接受范围内。考虑到产量优势和经济效益,线辣椒/玉米套作是一个很有价值的种植模式。

关键词:线辣椒;玉米;套作;产量;品质

中图分类号:S344.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-7601(2010)05-0020-06

间套作是我国精耕细作传统农业的精髓,具有充分利用资源和高产高效的特点,在重视利用生物多样性发展可持续农业的今天,这一传统种植模式在现代农业和生态农业中的应用越来越受到关注。线辣椒是中国农产品出口创汇的名优特产,其线辣椒栽培以陕西省面积最大,占全国线辣椒栽培面积的1/4~1/3^[1,2]。陕西省关中西部地区的线辣椒以小麦、线辣椒、玉米“梯阶式”套种模式栽培为主,占当地生产面积的75%以上。在这种栽培模式中,小麦与线辣椒的共生期很短(20 d左右,线辣椒处于缓苗期),以线辣椒与玉米共生为主,共生期达90d左右,充分利用了玉米的高秆为其越夏生长创造阴凉湿润的适宜环境。玉米辣椒间套作还可降低夏季辣椒的“日灼病”^[3],并能有效控制辣椒病毒病和疫病的发生^[4,5]。玉米线辣椒间套作可显著提高组分作物的矿质营养水平^[6,7]。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^[8,9]。目前关于线辣椒/玉米间套作模式的研究主要集中在种间竞争和促进作用对产量和光、热、水分、养分等资源利用的影响方面,而线辣椒/玉米间套作对作物产品品质的影响迄今未见系统的研究报道。本研究的目的是通过田间小区试验,研究线辣椒/玉米套作栽培对作物产品品质的影响,为这种间套作模式向高产高效优质方向的发展提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于2007年在西北农林科技大学园艺学院园艺场露地进行,东经108°01'~108°07',北纬34°12'~34°20',海拔528.15 m,属大陆性暖温带季风气候,年均气温12.9℃,年均日照2 196 h,无霜期约220 d。年均降雨量660 mm,年均蒸发量993.2 mm。供试土壤为砂壤土,前茬作物为西瓜,耕层土壤pH值为7.67、EC为0.42 mS/cm、有机质含量16.98 g/kg、全氮1.07 g/kg、碱解氮含量90.06 mg/kg、有效磷含量45.41 mg/kg、速效钾含量416.91 mg/kg,排灌系统良好。供试玉米(*Zea mays* L.)品种为“陕高农1号”,西北农林科技大学农城种业提供;线辣椒(*Capsicum annuum* L. var. *acuminatum* T.R. Zhuang)品种为西北农林科技大学园艺学院选育的“陕8819”。

利用大田种间根系分隔微区试验,进行种植方式、分隔方式两因素随机区组设计。种植方式为线辣椒单作(MC)、线辣椒/玉米套作(ICM)、玉米单作(MM);种间分隔方式为根系分隔、根系不分隔,共4个处理。根系分隔采用厚0.12 mm农用棚膜,分隔长度为3 m,深度为1 m。套作采用生产上推广的6行线辣椒:2行玉米的带状种植方式,种植带东西走

收稿日期:2010-02-10

基金项目:国家“十五”科技攻关项目(2004BA516A09);安徽农业大学稳定和引进人才科研资助项目(yj2008-10);安徽农业大学校长青年科学基金项目(2008)

作者简介:徐 强(1978—),男,河南息县人,博士,讲师,主要从事蔬菜栽培生理生态研究。E-mail: qiang_xu1015@163.com。

通讯作者:谢宝英, E-mail: xieby1014@163.com。

向。套作带中线辣椒每6行为一个分隔单元、玉米每2行为一个分隔单元,隔根膜位于相邻线辣椒、玉米行的中间。套作种间根系用塑料膜分隔时,根系及养分、水分不能穿过,种间的养分竞争和促进作用均被消除;种间根系不分隔时,种间地上部和地下部相互作用共同存在。玉米行距为0.4 m,株距0.35 m;线辣椒株行距均为0.4 m,玉米与线辣椒行间距为0.24 m,一个线辣椒/玉米套作带宽2.88 m。单作和套作在净占地面积上的种植密度相同,玉米占22.2%、线辣椒占77.8%,线辣椒留苗62 500穴/hm²,每穴留苗3株,玉米留苗71 400株/hm²。套作小区面积为9.0 m×6.0 m,每个试验小区种植3个套作组合带,单作玉米和单作线辣椒分别种植12行。线辣椒育苗移栽,苗龄60 d,5月20日定植,10月5日收获;玉米6月10日播种,9月18日收获,两作物共生期约90 d左右。6月17日至6月24日对线辣椒第二级分枝上开放的花朵进行挂牌标记,分别于座果后14、21、28、35、42、49 d采集果实样品进行各项指标的测定,共测定6次,座果后的14~35 d为果实迅速生长期,49 d时果实已经转色接近生理成熟。为了与大面积生产的田间生态条件保持一致和试验结果的可参考性,本试验只对种间根系不分隔处理的作物产品品质进行测定分析,测定结果为3次重复的平均值。基肥施用量为:N 120 kg/hm²,P 50 kg/hm²,K 70 kg/hm²。播前均匀翻耕,人工除草,田间管理措施按当地生产实践中的常规方式进行,以充分保证作物生长发育需求为基础。

1.2 测定项目及方法

1.2.1 套作产量优势 应用土地当量比(LE_R)作为衡量套作产量优势的指标^[9]。

$$LE_R = (Y_{ic}/Y_{mc}) + (Y_{im}/Y_{mm})$$

式中, Y_{ic} 和 Y_{im} 分别代表套作总面积上线辣椒和玉米的产量, Y_{mc} 和 Y_{mm} 分别为单作线辣椒和单作玉米的产量。当 $LE_R > 1$,为套作优势,当 $LE_R < 1$ 为套作劣势。

套作相对于单作净增产量(kg/hm²) = 套作体系产量(kg/hm²) - [单作线辣椒产量(kg/hm²) × 0.778 + 单作玉米产量(kg/hm²) × 0.222]

式中,套作体系产量 = 套作中线辣椒产量 + 套作中玉米产量。

1.2.2 线辣椒果实品质测定 采用纤维素酶预处理法提取果肉和胎座部分的辣椒素,荧光光度法检测辣椒素含量^[10]。每个处理随机取15个果实,清洗后置烘箱中烘干至恒重,研磨过60目筛,取1.0 g过筛后的线辣椒粉进行纤维素酶的酶解反应(40℃,

pH 5.3),抽滤,滤液用蒸馏水定容后备用。线辣椒残渣用95%食用乙醇回流1 h提取辣椒素,过滤,提取液用乙醇定容备用。水溶液及醇提液均采用激发狭缝为10.0 nm,发射狭缝为10.0 nm;扫描速度为1 500 nm/min,扫描波长为10 nm;在激发波长(E_x)278.0 nm,发射波长(E_m)312.0 nm,测定样品荧光值。以对照品标准曲线法计算辣椒素含量。氢氧化钠滴定法测有机酸含量;蒽酮法测可溶性糖含量;2,6-二氯酚酚滴定法测抗坏血酸含量^[11];烘干法测干物质含量,干物质含量(%)与单株产量乘积来表示。

1.2.3 玉米品质测定 玉米蛋白质含量采用半微量凯氏法测定,再乘以系数6.25;玉米脂肪含量采用索氏提取法提取,油重法测定;水分用烘干法测定;灰分用常规方法测定^[12]。

2 结果与分析

2.1 套作产量优势

从表1、表2可以看出,种间根系不分隔时线辣椒/玉米套作体系的经济学产量和生物学产量 LE_R 分别为1.21和1.24,均大于1,相对单作净增产量分别为2 620 kg/hm²和5 043 kg/hm²,这说明在既有地上部种间相互作用又有地下部种间相互作用存在时,线辣椒/玉米套作体系的经济学产量和生物学产量都具有明显的套作优势。种间根系分隔时,线辣椒/玉米套作体系的经济学产量和生物学产量 LE_R 分别为1.18和1.22,相对单作净增产量分别为2 231 kg/hm²和4 264 kg/hm²,说明种间仅地上部相互作用存在时也具有明显的产量优势,但优势比种间根系不分隔处理稍低。表明,此种种植模式的经济学产量和生物学产量套作优势来自于地上部种间相互作用和地下部种间相互作用两个方面,即地上部种间相互作用和地下部种间相互作用对该套作模式的经济学产量和生物学产量套作优势均有贡献。另外,经济学产量 LE_R 大于生物学产量 LE_R ,经济学产量的套作优势比生物学产量更明显。

2.2 套作对线辣椒果实风味品质的影响

2.2.1 辣椒素含量 单作和套作线辣椒果实的辣椒素含量在果实成熟的过程中含量均呈先逐渐增加,达到峰值后又略有下降的趋势,果实绿熟期或转色期辣椒素含量最高,红熟后辣椒素含量反而有所下降,这与Margarita Contreras-Padilla等人的研究结果一致^[14]。单作线辣椒果实的辣椒素含量在整个测定过程中始终高于套作,其峰值为套作的1.42倍。单作和套作处理间的辣椒素含量的差异程度则

因果实发育时期而异,果实发育初期(开花座果后 14~21 d),辣椒素刚开始积累,处理间辣椒素含量差异较小,此时玉米植株比线辣椒植株稍高,遮阴不是很强烈,对辣椒素积累影响比较小;随着生育期延长,玉米植株的遮阴强度越来越大,对辣椒素合成和积累的影响愈来愈明显,处理间的差异越来越大。

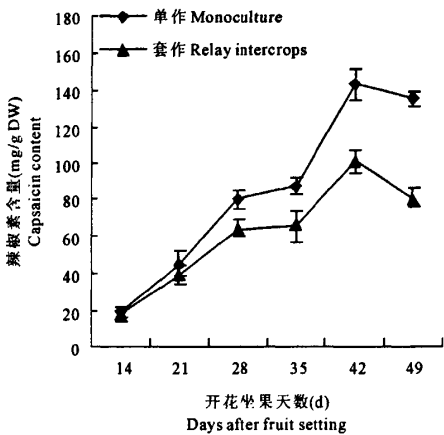


图 1 单作和套作线辣椒果实的辣椒素含量
Fig.1 Capsaicin content of capsicum fruit in the monoculture and relay intercrops pattern

2.2.2 有机酸含量 有机酸是辣椒形成果实风味

品质的组分之一。套作线辣椒果实有机酸含量的总体水平高于单作,但不同发育时期套作对果实有机酸含量的影响程度不同(图 2)。果实发育初期(开花座果后 14~21 d)和果实成熟期(开花座果后 42~49 d),处理间有机酸含量差异较大;开花座果后 28~35 d 左右,处理间有机酸含量差异较小,说明在这个时期果实有机酸的积累对套作栽培造成的遮阴效应不敏感。从图 2 还可以看出,随着果实成熟,有机酸含量在果实发育初期下降,开花 21 d 后缓慢回升,呈浅“U”字型曲线变化。发育初期果实有机酸含量与红熟期相差不大,红熟果的有机酸含量明显高于绿熟果。

2.2.3 可溶性糖含量 单作线辣椒果实的可溶性糖含量始终高于套作(图 3),开花座果后 49 d 时,单作线辣椒果实的可溶性糖含量比套作高 15.8%。说明套作降低了线辣椒果实中可溶性糖含量,处理间差异不大。随着果实成熟,可溶性糖含量逐渐升高,尤其在开花座果 35 d 后提高幅度迅速增加(图 3),说明可溶性糖主要在果实成熟期积累,而果实发育初期的光合产物可能多转化为其它物质如纤维素、半纤维素等用于果肉组织细胞壁的构成,而以可溶性糖的形式积累相对较少。

表 1 线辣椒/玉米套作及单作的经济学产量及 LER(kg/hm²)

根系分隔方式 Root partition pattern	玉米 Maize		线辣椒 Capsicum		土地当量比 LER
	单作 Monoculture	套作 Relay intercrops	单作 Monoculture	套作 Relay intercrops	
不分隔 No partition		16775		15114	1.21
塑料膜分隔 Partition with plastic sheet	14579	14155	12373	15362	1.18
多重比较 Multiple comparison					
种植方式 Cropping		*		**	
根系分隔 Partition		**		**	
种植方式×根系分隔 Cropping × Partition		**		**	

注: * 和 ** 分别表示达到 5% 和 1% 的显著水平,下同。
Note: * and ** refer to significant level at 5% and 1%, respectively, the same below.

表 2 线辣椒/玉米套作及单作各作物生物学产量及 LER(kg/hm²)

分隔方式 Partition pattern	玉米 Maize		线辣椒 Capsicum		土地当量比 LER
	单作 Monoculture	套作 Relay intercrops	单作 Monoculture	套作 Relay intercrops	
不分隔 No partition		30696		25278	1.24
塑料膜分隔 Partition with plastic sheet	26927	25156	19872	25858	1.22
多重比较 Multiple comparison					
种植方式 Cropping		**		**	
根系分隔 Partition		**		**	
种植方式×根系分隔 Cropping × Partition		**		**	

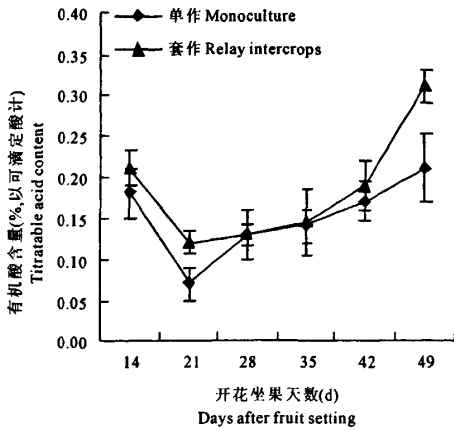


图2 单作和套作线辣椒果实的有机酸含量
Fig.2 Titratable acid content of capsicum fruit in the monoculture and relay intercrops pattern

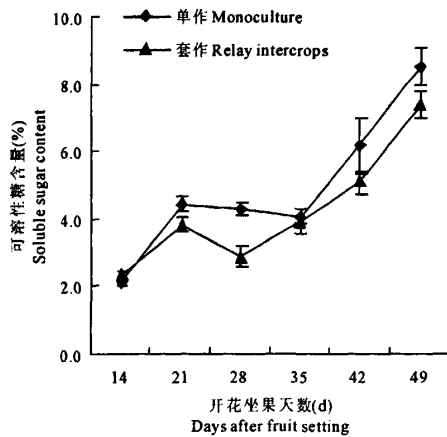


图3 单作和套作线辣椒果实的可溶性糖含量
Fig.3 Soluble sugar content of capsicum fruit in the monoculture and relay intercrops pattern

2.2.4 糖酸比 蔬菜中的糖酸比是构成蔬菜风味的重要因素,是常用来评估蔬菜风味品质的指标之一。套作栽培后,线辣椒果实的糖酸比下降,开花座果后的21 d差异最大(图4),单作线辣椒果实的糖酸比高于套作56.8%。套作线辣椒果实发育过程中糖酸比的变化趋势与单作相似,开花座果21d左右糖酸比达到最高,然后逐渐下降,开花座果42 d后又逐步回升。线辣椒成熟期果实中的糖酸比较高,达40:1左右,但这个时期果实辣味较强,导致甜味较难以凭味觉分辨。

2.3 套作对线辣椒果实抗坏血酸含量的影响

如图5所示,果实发育过程中,套作线辣椒果实的抗坏血酸含量的变化趋势与单作相似,抗坏血酸含量随着果实成熟而逐渐增加,开花座果49 d时,

套作和单作线辣椒果实的抗坏血酸含量分别达到126.4 mg/100g FW和138.6 mg/100g FW;但开花座果21 d后套作线辣椒果实的抗坏血酸含量就始终低于单作。套作对线辣椒果实的抗坏血酸含量的影响在果实发育初期(开花座果后14~21 d)表现不明显,这可能是因为果实发育初期,抗坏血酸刚开始积累,光合产物向抗坏血酸转化的相对较少所致。

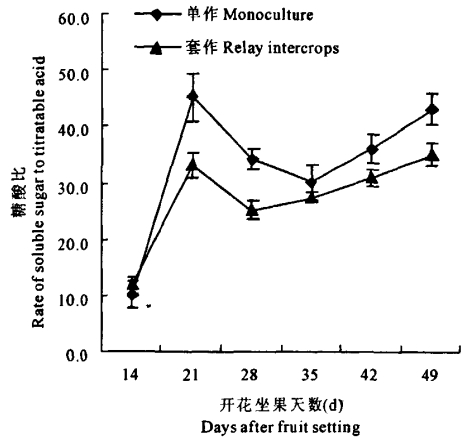


图4 单作和套作线辣椒果实的糖酸比
Fig.4 Rate of soluble sugar to titratable acid of capsicum fruit in the monoculture and relay intercrops pattern

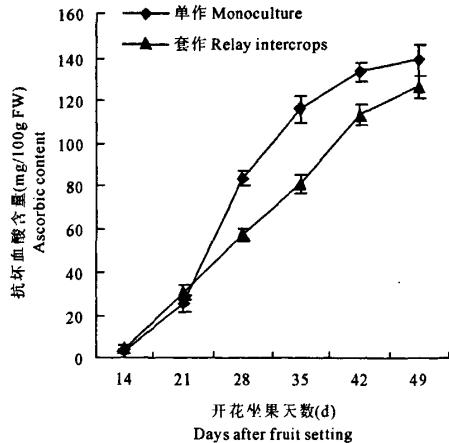


图5 单作和套作线辣椒果实的抗坏血酸含量
Fig.5 Ascorbic content of capsicum fruit in the monoculture and relay intercrops pattern

2.4 套作对线辣椒果实干物质含量的影响

整个果实发育过程中,套作和单作线辣椒果实的干物质含量均逐渐增加,但套作线辣椒果实的干物质含量高于单作(如图6),在开花座果49 d后分别达到5.270 g/P和4.534 g/P。果实发育初期,即开花座果14 d左右,套作和单作线辣椒的干物质相

近,此时玉米植株还没有达到最大高度,遮阴效应的影响较小。开花座果 21 d 后,玉米植株逐渐达到最大高度,遮阴效应的加强导致套作和单作线辣椒之间的干物质含量差异加大。这可能因为遮阴给植株提供降温保湿的环境和增加漫射辐射,利于线辣椒叶绿素的合成,使线辣椒在低光强下吸收较多的光能,并提高光能利用率,从而增加干物质的积累。

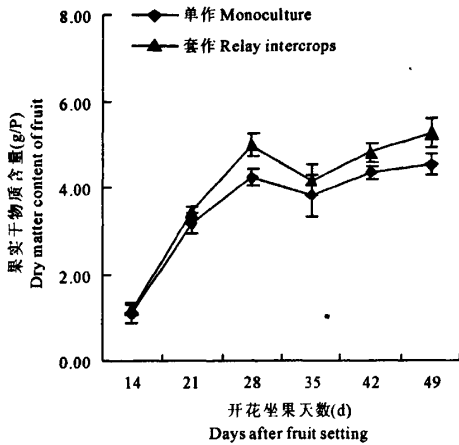


图 6 单作和套作线辣椒果实的干物质含量
Fig.6 Dry matter content of capsicum fruit in the monoculture and relay intercrops pattern

2.5 套作对玉米品质的影响

套作玉米的蛋白质含量、脂肪含量和百粒重高于单作玉米,比单作分别提高 38.6%、16.0%、36.6%(表 3),处理间差异达显著水平;而水分和灰分含量处理间差异不显著。这说明套作对玉米的品质影响显著,在玉米线辣椒套作复合体系中,玉米表现出明显的品质优势。

表 3 单作和套作玉米品质的比较
Table 3 Comparison of maize quality in the monoculture and relay intercrops pattern

种植模式 Cropping pattern	水分 Moisture (%)	蛋白质 Protein (%)	脂肪 Oil (%)	灰分 Ash (%)	百粒重 100-grain wt. (g)
单作 Monoculture	8.117a	5.083b	4.792b	1.662a	26.543b
根系不分隔套作 Relay intercrops without partition	7.953a	7.046a	5.561a	1.764a	36.253a

注:表中各组数字后不同字母表示差异达显著水平($P < 0.05$)。

Note: Different letters in each column means significant at $P < 0.05$ levels.

3 小结与讨论

大量研究证明,多种套作模式具有产量优

势^[14,15]。一般以土地当量比(LER)来表示间套作优势,LER > 1 时,间套作比单作利用更多的资源满足作物生长,表现为间套作优势;LER < 1 时,单作比间作更有效利用资源,表现为间套作劣势。本研究结果表明,线辣椒/玉米套作模式的经济产品产量和生物学产量 LER 均大于 1,呈现明显的套作优势。实际上生产中我们观察到的套作优势是种间竞争作用和促进作用的共同结果,种间竞争和促进在空间上可以划分为地上部和地下部的相互作用,地上部相互作用主要包括光、热、水、气资源的改善^[16];地下部种间的竞争和促进作用主要是根系间营养、水分、土壤微生物、土壤酶的改善^[8]。玉米/线辣椒套作模式中两作物的时间生态位和空间生态位存在差异,一高一矮在空间上形成垂直高差,充分利用农田生态位和变平面用光为立体分层用光,田间光截获能力大大提高,整个农田系统的光热资源得到充分利用,适度的遮荫可提高辣椒产量^[17]。另外,辣椒玉米间套作对辣椒疫病、病毒病和玉米大、小斑病均具有显著的控制效果^[4,5],还可降低夏季辣椒的“日灼病”^[3]。这说明线辣椒/玉米套作是一个优质、高产、高效的种植模式,提高了土地利用率,既增加粮食产量,又提高农民收入,缓解粮菜、粮经争地矛盾。

套作线辣椒与单作线辣椒相比,套作后果实的辣椒素、抗坏血酸、可溶性糖含量和糖酸比等品质指标下降,有机酸含量升高,果实总体营养品质降低,具有明显的套作品质优势。但线辣椒产量大幅度提高,品质指标绝对量的降低幅度在可接受的范围内,考虑到总体社会和经济效益,线辣椒/玉米套作模式在实际生产中还是值得推广。套作线辣椒的辣椒素、抗坏血酸等营养品质的下降可能与功能叶位的光照强度降低有关。研究表明,降低光照强度进行遮荫栽培会使辣椒素含量下降^[18,19]。线辣椒是抗坏血酸含量较高的蔬菜;而抗坏血酸是与光合产物密切相关的 D—葡萄糖和 D—半乳糖合成的酸性己糖衍生物,受光照强度的影响较大。套作的高秆玉米对线辣椒有一定遮阴作用,影响了线辣椒功能叶位的光照强度,进而影响了抗坏血酸的累积。El-Saeid 等在番茄、小白菜、生菜等蔬菜上也发现了遮阴会影响抗坏血酸累积的现象^[20]。套作高秆玉米可以消除夏季高温强光给线辣椒植株造成的逆境胁迫而使线辣椒果实商品品质得到改善。Rylski 和 Spigelman 研究发现适当遮荫后,甜椒的果重、果长、果实直径均比露地显著增加^[21]。套作线辣椒果实的干物质含量相对单作有所增加,这可能是套作的种间竞争改变了线辣椒的干物质分配模式,增加了

向库的分配比例^[7]。此外,除了特需加工或出口的线辣椒对辣椒素含量有较高的要求外,一般线辣椒依据个人口味而异,并非越辣品质就越好。线辣椒在套作体系中对地上部光、热和地下部水分、养分的竞争处于劣势,从而影响了果实的品质;而处于竞争优势的玉米品质显著提高(表3),这与何承刚对小麦玉米间作体系的研究结果一致,处于竞争优势地位的作物品质提升,处于竞争劣势地位的作物品质下降^[22]。光、温度、水分和肥料等都是作物生长过程中重要的环境因子,其对作物产量及品质都有很大的影响,这方面的研究目前十分活跃,但对于各因子影响程度大小,国内外尚无统一论,有待于进一步研究。综合试验结果来看,线辣椒果实品质最佳时期应为红熟期,此时线辣椒的营养品质、风味品质均佳,果实色泽鲜艳,用于鲜食、加工及配菜都比较好。倘若喜欢吃辣味强的线辣椒,则可于绿熟期或转色期采收为宜。

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] 赵尊练,严小良.中国线辣椒产业发展的思路与对策[J].中国农学通报,2003,19(5):176—179.
- [3] 李学敏.夏玉米辣椒间作的植群生态效应研究[J].河北农业科学,1994,12(4):25—27.
- [4] Midmore D J, Yang S, Kleinhenz V, et al. Intercrops chili peppers with maize[M]. Kuala Lumpur: Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI), 1995:37—51.
- [5] 孙 雁,周天富,王云月,等.辣椒玉米间作对病害的控制作用及其增产效应[J].园艺学报,2006,33(5):995—1000.
- [6] 赵 平,李少明,范茂攀,等.玉米辣椒间作条件下钾素养分吸收利用研究[J].湖北农业科学,2004,372(3):32—34.
- [7] 徐 强,程智慧,卢 涛,等.间作对植株生长及养分吸收和根际环境的影响[J].西北植物学报,2010,30(2):35—56.
- [8] 徐 强,程智慧,孟焕文,等.玉米/线辣椒间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[J].干旱地区农业研究,2007,25(3):81—84.
- [9] Wiley R W. Intercrops-its importance and research needs. Part II. Agronomy and research approaches[J]. Field Crops Abstract, 1979b, 32(2):73—85.
- [10] 董新荣,刘仲华,郭德音,等.纤维素酶预处理法提取辣椒素的研究[J].食品科学,2007,28(3):100—103.
- [11] 王学奎.植物生理生化实验原理和技术[M](第二版).北京:高等教育出版社,2006:105—241.
- [12] 鲍士旦.土壤农化分析[M](第三版).北京:中国农业出版社,2000:242—351.
- [13] Margarita Contreras-Padilla, Elhadi M Yahia. Changes in capsaicinoids during development, maturation, and senescence of chile peppers and relation with peroxidase activity[J]. J Agric Food Chem, 1998,46(6):2075—2079.
- [14] 程智慧,张 昱,徐 强.玉米/蒜苗套作优势的生态学分析[J].生态学报,2008,28(9):4405—4412.
- [15] 刘广才,李 隆,黄高宝,等.大麦/米间作优势及地上部和地下部因素的相对贡献[J].中国农业科学,2005,38(9):1787—1795.
- [16] Zhang L, Vander Werf W, Bastiaans L, et al. Light interception and utilization in relay intercrops of wheat and cotton[J]. Field Crops Research, 2008a,107:29—42.
- [17] Wien H C, Tripp K E, Hernandez-Armenta R, et al. Abcission of reproductive structures in pepper: causes, mechanisms and control [A]. Green S K, Griggs T D, McLean B T. Tomato and Pepper Production in the Tropics[C]. Taiwan: AVRDC, 1989:150—165.
- [18] Cheon Soon Jeong. Effect of light intensities, night temperatures and CO₂ treatments on production of mature-green peppers[J]. Journal of the Korean Society for Horticultural Science, 1995,36(2):211—217.
- [19] 肖春林,李署轩,曹筱芝.光照强度对辣椒果实品质代谢的影响[J].上海农学院学报,1991,9(3):217—221.
- [20] El-Saeid H M. Chemical composition of sweet and hot pepper fruits grown under plastic house condition[J]. Egyptian Journal of Horticulture, 1995,22(1):11—18.
- [21] Rylski I, Spigelman M. Effect of shading on plant development, yield and fruit quality of sweet pepper grown under conditions of high temperature and radiation[J]. Scientia Horticulturae, 1986,29(1):31—35.
- [22] 何承刚,黄高宝,姜 华.氮素水平对单作和间套作小麦玉米品质影响的比较研究[J].植物营养与肥料学报,2003,9(3):280—283.

(英文摘要下转第31页)

Effect of plant density on dry matter accumulation and transfer in different varieties of maize under full coverage on double ridges

ZHANG Yong-xiang¹, YANG Qi-feng², NIU Jun-yi³, ZHANG Lei⁴, NIU Fen-ju⁴, LI De-ren⁴

(1. Gansu Provincial Agro-technology Extension Center, Lanzhou, Gansu 730020, China;

2. Gansu Provincial Department of Agricultural & Animal Husbandry, Lanzhou, Gansu 730030, China;

3. Agronomy College, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China;

4. Yuzhong Agro-technology Extension Centre, Yuzhong, Gansu 730010, China)

Abstract: Effect of plant density on accumulation and distribution of dry matter in two maize varieties Funong 1 and Wuke 2 under full coverage on double ridges was studied. The results showed that dynamics of dry matter accumulation of single plant and population were Logistic curves. In each stage, the accumulation of dry matter of single plant decreased but that of population increased when plant density increasing. The effects of plant density on dry matter accumulation and distribution were more and more significant after huge bell bottom stage and filling stage. Effects of plant density on dry matter movement ratio was not sensitive to stem and leaf, but the transformation ratio was increased when plant density increasing.

Keywords: maize; density; dry matter accumulation; dry matter distribution; dry matter transfer

(上接第 25 页)

Yield and quality of capsicum and maize in strip relay intercroops and monoculture patterns

XU Qiang¹, CHENG Zhi-hui², LU Tao³, XIE Bao-ying⁴

(1. School of Horticulture, Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230036, China;

2. School of Horticulture, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

3. Landscape greening bureau of Puyang city, Puyang, He'nan 457000, China;

4. School of Science, Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230036, China)

Abstract: Relay intercroops of capsicum and maize is practiced at a large scale in the Shaanxi province of northwest China. A field experiment and a root barrier technique were employed to document the yield and quality character of capsicum and maize in monoculture and strip relay intercroops pattern. The results showed that under capsicum / maize strip relay intercroops, the land equivalent ratio was 1.18 ~ 1.24, proving a significant yield advantage of relay intercroops. There was significant quality advantage of relay intercropped maize compared with the monoculture. Protein content, oil and one hundred grain weight of relay intercropped maize were significantly higher than that of monoculture. There was significant quality disadvantage of relay intercropped capsicum compared with the monoculture. The contents of capsaicin, soluble sugar, ascorbic acid and rate of soluble sugar to titratable acid in capsicum fruit were decreased by relay intercroops plants, as compared to monoculture plants. However, the titratable acid content and dry matter weight of fruit in relay intercroops capsicum were higher than that of monoculture capsicum. There was a different dynamics curve of different nutrition quality index during capsicum fruit ripening. Effect of relay intercroops on the nutrition quality of capsicum fruit were minor and mostly below detection threshold. Considering yield advantage and economic benefit, the capsicum and maize strip relay intercroops planting pattern was a promising management practice.

Keywords: capsicum; maize; relay strip intercroops; yield; quality