

甘薯与小麦套作对甘薯农艺性状及产量的影响

王清 张勇跃 马春业 刘志坚 秦素妍 刘勇鹏 孟凡奇

(河南省漯河市农业科学院,漯河 462000)

摘要:以10个不同类型的甘薯品种为试验材料,采用随机区组设计,以纯作为对照,研究小麦与甘薯行数比在3:1和2:1套作模式下甘薯地上部农艺性状和2种作物鲜产的变化。结果表明:参试甘薯最长蔓长比纯作减小;分枝数和茎粗因品种差异变化不尽一致;漯薯14号在3:1模式种植时较纯作增产18.77%,漯薯15号在2:1套作模式下较纯作增产3.99%,其余甘薯品种及小麦鲜产均不同程度下降;套作兼用型(漯薯11号和漯薯15号)甘薯品种产量更高;麦薯3:1比2:1套作模式更具优势。

关键词:甘薯;小麦;套作;农艺性状;产量

间套作是指在一种或几种作物生长后期,于株或者行间播种其他作物,通过调整作物共生时间和方式,集约利用光、热、水、肥及土地等资源的一种高效种植方式^[1],可达到延长作物生育期,增加主作物产量和单位土地复种指数的效果^[2]。套作模式中作物的搭配多种多样,套作模式不仅比单作模式下的产量更高^[3],而且社会、生态和经济效益均高于单作^[4]。目前,关于甘薯与玉米、烟叶、向日葵等间套作模式研究较多,但甘薯与小麦套作的相关研究较少。本研究选取10个甘薯品种,在2018–2019年期间与河南广泛种植的小麦(矮抗58)^[5–6]进行1:2和1:3行数比套作,对麦薯套作模式下2种作物的鲜产及地上部农艺性状进行分析,为麦薯套作模式的进一步推广应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 甘薯品种:广薯87、漯徐9号、漯薯10号、漯薯11号、漯薯14号、漯紫4号、普薯32、烟薯25、商薯19号、漯薯15号;小麦品种:矮抗58。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 采用随机区组设计,种植方式分为纯作和套作,各处理均3次重复。种植模式:(1)3:1套作模式:小麦与甘薯种植行数比为3:1;(2)2:1套作模式:小麦与甘薯种植行数比为2:1;套作模式下甘薯的垄距0.9m,行长5m,每个小区4行,密度2600株/667m²,小麦播种量为9kg/667m²;(3)甘薯、小麦的纯作试验设置3行区,行长5m,密度等同

套作。

1.2.2 田间管理 套作模式中的小麦播期在每年10月25日前后,次年5月下旬至6月上旬收获;甘薯扦插期在麦播次年的4月25日前后,于10月中旬收获。播种小麦时,每667m²施用复合肥50kg、硫酸钾12.5kg,其他管理同小麦甘薯田。

1.3 调查测定项目与方法

1.3.1 调查测定项目 在甘薯收获期考种,调查各品种地上部最长蔓长、分枝数、茎粗;同时记录小区产量,并按照小区面积折算出每667m²产量。于小麦收获期考种,调查有效穗数、50穗粒数、50穗粒重、容重、千粒重和产量。

套作优势土地当量比(LER, land equivalent ratio)计算公式如下。

$$LER = LERs(\text{sweet potato}) + LERs(\text{wheat})$$

$$LERs = YP/YM$$

$LERs(\text{sweet potato})$ 和 $LERs(\text{wheat})$ 分别为甘薯和小麦的相对土地当量比,YP为套作作物产量,YM为纯作作物产量。LER大于1,表明套作具有优势;LER小于1,表明套作具有劣势^[5]。

1.3.2 调查测定方法 甘薯地上部茎粗和最长蔓长分别用游标卡尺和卷尺进行测量,块根重量用电子秤称量;小麦有效穗数和50穗粒数人工计数,50穗粒重和千粒重用电子秤称量,容重用容重仪器计算。

1.4 数据分析 数据采用Excel 2019和SAS进行统计和方差分析。

2 结果与分析

2.1 套作模式下小麦产量及相关要素分析 由表1

基金项目:国家甘薯产业技术体系项目(CARS-10-C-13)

通信作者:孟凡奇

可知,小麦品种矮抗 58 在与甘薯套作模式下,容重和千粒重无显著差异;有效穗数差异达极显著水平,有效穗数高低依次为纯作 >3:1>2:1;2 种套作模式下小麦 50 穗粒数无显著差异,但显著高于纯作;

小麦 50 穗粒重纯作模式下最高,为 165.57g,极显著高于 2 种套作模式,2:1 模式又显著高于 3:1 模式;纯作与 3:1 模式下小麦产量无显著差异,但极显著高于 2:1 模式种植时的产量。

表 1 套作模式下小麦产量及相关产量要素

种植模式	有效穗数(万/667m ²)	50 穗粒数	50 穗粒重(g)	容重(g/L)	千粒重(g)	产量(kg/hm ²)
3:1	29.39bB	2195.00abA	108.17cB	891.67aA	49.27aA	8004.45aA
2:1	19.71cC	2364.67aA	123.00bB	888.00aA	49.74aA	6243.75bB
纯作	33.12aA	2002.33bA	165.57aA	890.00aA	47.79aA	7743.75aA

大小写字母分别代表在 1% 和 5% 水平下的差异显著性,下同

2.2 套作模式对不同品种甘薯最长蔓长的影响

由表 2 可知,2 种套作模式下不同甘薯品种的最长蔓长均小于纯作;纯作时,最长蔓长以漯薯 15 号的最长,为 358.8cm,广薯 87 的最短,为 211.4cm,漯徐 9 号极显著高于广薯 87,但与其他品种无显著差异,除广薯 87 外其他品种间均无显著差异。3:1 套作模式下,最长蔓长以漯徐 9 号的最长,达 352.8cm,广薯 87 的最短,为 155.2cm,其余 8 个品种最长蔓长居二者之间,且漯薯 15 号最长蔓长显著高于烟薯 25 和漯薯 10 号,与其他 5 个品种无显著差异。

2:1 套作模式下,最长蔓长以漯紫 4 号的最长,为 290.4cm,极显著高于广薯 87、漯薯 10 号和普薯 32,但与漯薯 11 号、漯薯 14 号和商薯 19 无显著差异;广薯 87 的最短,为 169.2cm,但与漯薯 10 号、漯徐 9 号、普薯 32、烟薯 25 和漯薯 15 号差异不显著。广薯 87、漯薯 11 号、漯薯 14 号、漯紫 4 号的最长蔓长在 3:1 套作种植时均小于 2:1 种植,其余品种则表现相反。这表明在 3:1 和 2:1 套作模式之间,由于甘薯品种的差异,对最长蔓长影响亦不同;而套作与纯作相比,甘薯品种差异对最长蔓长影响一致。

表 2 套作模式对不同甘薯品种最长蔓长的影响

(cm)

种植模式	广薯 87	漯薯 10 号	漯薯 11 号	漯薯 14 号	漯徐 9 号	漯紫 4 号	普薯 32	商薯 19	烟薯 25	漯薯 15 号
纯作	211.4bB	303.0aAB	328.4aAB	285.2abAB	355.0aA	331.4aA	329.0aAB	319.2aAB	310.8aAB	358.8aA
3:1	155.2eD	211.8dCD	237.0bcdBC	252.6bcdBC	352.8aA	275.0bcBC	260.8bcdBC	254.8bcdBC	230.2cdBC	289.2bBC
2:1	169.2dC	198.2bcdBC	261.6abAB	259.2abAB	224.6bcdABC	290.4aA	187cdBC	237.8abcABC	223.3bcdABC	222.6bcdABC

2.3 套作模式对不同品种甘薯分枝数的影响 由表 3 可知,纯作时,广薯 87 分枝数最多,达 14.8 个,漯薯 10 号最少,为 7.4 个,二者差异显著,其余 8 个品种相互之间以及与广薯 87 和漯薯 11 号之间,均无显著差异。3:1 套作模式下,广薯 87 和普薯 32 分枝数分别高达 16.2 个和 15.0 个,烟薯 25 最少,为 5.6 个,极显著低于前二者,漯薯 10 号、漯薯 14 号、普薯 32、商薯 19 和漯薯 15 号相互之间及与广薯 87 之间均无显著差异,漯薯 11 号、漯徐 9 号和漯紫 4 号相互间无显著差异,但显著低于广薯 87。2:1 套作模式下,广薯 87 分枝数最多,达 16.8 个,烟薯 25 最少,为 6.3 个,广薯 87 显著高于烟薯 25 和漯紫 4 号,

但与其他品种间以及其他品种相互之间均无显著差异。

漯紫 4 号在 2 种套作模式下种植分枝数相同,漯薯 10 号、普薯 32 和商薯 19 的分枝数在 3:1 套作种植时比 2:1 的多,其余品种表现相反;套作与纯作之间,广薯 87、漯薯 10 号、漯薯 14 号、普薯 32 和商薯 19 分枝数套作时均高于纯作,漯紫 4 号和烟薯 25 则表现相反,漯薯 11 号、漯徐 9 号和漯薯 15 号则表现为分枝数 3:1 套作时低于纯作而 2:1 套作时高于纯作。表明甘薯套作与纯作相比较,由于品种差异,对分枝数的影响也不同。

表3 套作模式对不同甘薯品种分枝数的影响

种植模式	广薯 87	溧薯 10 号	溧薯 11 号	溧薯 14 号	溧徐 9 号	溧紫 4 号	普薯 32	商薯 19	烟薯 25	溧薯 15 号
纯作	14.8aA	7.4bA	9.0abA	10.4abA	12.2abA	12.4abA	10.2abA	8.0abA	10.8abA	11.6abA
3:1	16.2aA	9.4abcABC	8.8bcABC	11.6abcABC	6.2cBC	7.2cABC	15.0abAB	12.2abcABC	5.6cC	11.0abABC
2:1	16.8aA	9.2abA	12.8abA	12.4abA	13.4aAB	7.2bA	11.6abA	9.6abA	6.3bA	12.2abA

2.4 套作模式对不同品种甘薯茎粗的影响 由表 4 可知,纯作时,溧紫 4 号和溧薯 10 号的茎粗较粗,分别达 0.88cm 和 0.84cm,溧薯 11 号和溧薯 15 号的最细,均为 0.64cm,溧紫 4 号极显著高于除溧薯 10 号外的其他品种,溧薯 10 号极显著高于广薯 87、溧薯 11 号和溧薯 15 号,且显著高于除溧紫 4 号外所有品种。3:1 套作模式下,溧紫 4 号、溧薯 10 号和溧薯 14 号的茎粗较粗,分别达 0.75cm、0.75cm 和 0.74cm,广薯 87、溧薯 11 号和烟薯 25 的较细,依次为 0.53cm、0.55cm 和 0.60cm,与较粗的差异极显著;溧徐 9 号、普薯 32、商薯 19 和溧薯 15 号的茎粗居

中,溧徐 9 号和商薯 19 与最粗的 3 个品种无显著差异,普薯 32 和溧薯 15 号则显著低于 3 个最粗品种。2:1 套作模式下,溧薯 10 号、溧薯 14 号和溧紫 4 号的茎粗较粗,依次为 0.81cm、0.79cm 和 0.79cm,极显著高于除溧薯 15 号外的其他品种;溧薯 15 号为 0.68cm,表现居中,显著低于前三者。套作与纯作之间,除溧薯 14 号和溧薯 15 号外,套作模式下茎粗均小于纯作;两种套作模式之间,溧徐 9 号、普薯 32 和商薯 19 在 3:1 种植时茎粗大于 2:1,其余品种则反之。可见不同套作模式下,甘薯茎粗因品种不同变化趋势不尽一致。

表4 套作模式对不同甘薯品种茎粗的影响

(cm)

种植模式	广薯 87	溧薯 10 号	溧薯 11 号	溧薯 14 号	溧徐 9 号	溧紫 4 号	普薯 32	商薯 19	烟薯 25	溧薯 15 号
纯作	0.66cC	0.84aAB	0.64cC	0.72cBC	0.71cBC	0.88aA	0.72cBC	0.74bcB	0.70cBC	0.64cC
3:1	0.53cC	0.75aA	0.55cC	0.74abA	0.68abcAB	0.75aA	0.67bcdAB	0.68abcAB	0.60deBC	0.66cdAB
2:1	0.59bC	0.81aA	0.63bC	0.79aAB	0.60bC	0.79aAB	0.64bC	0.64bC	0.63bC	0.68bBC

2.5 套作模式对不同品种甘薯产量的影响 由表 5 可知,纯作时甘薯块根鲜重高低依次为:普薯 32> 烟薯 25> 商薯 19> 溧薯 11 号> 溧紫 4 号> 广薯 87> 溧薯 15 号> 溧薯 10 号> 溧徐 9 号> 溧薯 14 号,普薯 32 产量最高,达 55900.94kg/hm²,极显著高于溧徐 9 号和溧薯 14 号,且显著高于溧薯 10 号,而与其他品种无显著差异。3:1 套作模式下,甘薯块根鲜重高低依次为:商薯 19> 普薯 32> 溧薯 11 号> 溧紫 4 号> 烟薯 25> 广薯 87> 溧薯 15 号> 溧薯 14 号> 溧薯 10 号> 溧徐 9 号,商薯 19 产量最高,达 44362.87kg/hm²,与普薯 32 和溧薯 11 号无显著差异,极显著高于其他品种。2:1 套作模式下,甘薯块根鲜重高低依次为:商薯 19> 普薯 32> 溧薯 15 号> 烟薯 25> 溧紫 4 号> 溧薯 10 号> 广薯 87> 溧薯 11 号> 溧徐 9 号> 溧薯 14 号,商薯 19 产量最高,达 45226.34kg/hm²,显著高于溧薯 11 号,极显著

高于溧徐 9 号和溧薯 14 号,而与其他品种无显著差异。

套作与纯作相比,3:1 套作模式种植时溧薯 14 号产量较纯作增加 18.77%,2:1 套作模式种植时溧薯 15 号较纯作增加 3.99%,其余甘薯品种鲜产在套作时均不同程度下降;2 种套作模式之间,广薯 87、溧徐 9 号、溧薯 11 号和普薯 32 在 3:1 套作模式种植时较 2:1 时产量更高,其中溧薯 11 号产量增加高达 23.33%。总体上,3:1 套作模式下,商薯 19、普薯 32 和溧薯 11 号鲜产较高;2:1 套作模式下商薯 19、普薯 32 和溧薯 15 号鲜产较高。

2.6 2 种套作模式对麦薯复合群体土地当量比的影响 由表 6 可知,套作模式下甘薯小麦复合群体土地当量比均大于 1,3:1 套作模式下土地当量比大于 2:1 套作模式,表明 2:1 模式和 3:1 模式下均具有套作优势,3:1 模式下套作优势更明显。

表5 不同种植模式下不同品种甘薯的产量

甘薯品种	作物鲜产量(kg/hm ²)			鲜产增减率(%)		
	纯作	3:1	2:1	3:1较纯作	3:1较2:1	2:1较纯作
广薯87	40815.00abcAB	36914.81bB	36022.63abcdAB	-9.56	2.48	-11.74
漂薯10号	38499.61bcAB	33197.96bcC	36302.28abcdAB	-13.77	-8.55	-5.71
漂徐9号	31360.36cB	31270.55cC	28400.96cdB	-0.29	10.10	-9.44
漂薯14号	28408.83cB	33740.58bcC	26943.94dB	18.77	-37.39	-5.61
漂薯11号	46474.52abcAB	42884.55aAB	34773.50bcdAB	-7.72	23.33	-25.18
漂紫4号	42474.35abcAB	37579.66bBC	38192.65abcAB	-11.52	-1.61	-10.08
普薯32	55900.94aA	43791.08aA	42565.09abA	-21.66	2.88	-23.86
商薯19	47555.60abAB	44362.87aA	45226.34aA	-6.71	-1.91	-4.90
烟薯25	50900.70aAB	37350.02bBC	39646.43abAB	-26.62	-5.79	-22.11
漂薯15号	38835.09abcAB	34951.76bcBC	40385.35abAB	-10.00	-13.45	3.99

表6 2种套作模式下土地当量比

种植模式	平均产量(kg/hm ²)		土地当量比		
	甘薯	小麦	LERs(甘薯)	LERs(小麦)	LER
3:1	37604.38	8004.45	0.89	1.03	1.92
2:1	36845.92	6243.75	0.87	0.81	1.68
纯作	42122.5	7743.75	-	-	-

3 结论与讨论

通过对2种套作模式与纯作的研究显示,参试甘薯的最长蔓长比纯作减小,套作模式种植时,甘薯生长所需肥料,全部于小麦播种时作为基肥撒播,小麦生长先吸收利用了部分肥料,可能造成套作时甘薯所能利用的肥料尤其是氮肥较纯作时下降,从而造成最长蔓长变短。分枝数和茎粗与纯作相比,有增有减,考虑由于甘薯品种的差异,尤其是参试品种的茎粗只有漂薯14号和漂薯15号较纯作增加,其余参试品种茎粗均呈不同程度下降趋势,说明由于品种的不同,对甘薯分枝数和茎粗的影响较大。研究还发现不同甘薯品种和不同种植模式,对甘薯茎粗和分枝数影响不明显,但对甘薯最长蔓长影响显著,这与已有报道不太一致^[7],可能与试验套作的作物以及地理环境等不同有关。

纯作模式下小麦产量与3:1套作模式无显著差异,但极显著高于2:1套作模式。小麦的产量与千粒重、抽穗期小穗数、乳熟期结实粒数以及生育期积温等有显著关系^[8],有研究表明玉米/甘薯套作模式下,土温净作高于套作,土壤水分套作高于净作^[9],麦薯套作中是否存在同样问题以及对小麦产

量的影响程度有待继续研究。

参试甘薯品种在套作模式下产量与纯作相比,广薯87、商薯19等8个品种的鲜产均不同程度下降,这与已有研究一致^[4,10],套作时甘薯生长受到一定阻碍,影响后期甘薯块根生长。但漂薯15号和漂薯14号却表现增产,这与薛宪等^[11]研究结果不完全一致,可能跟甘薯品种和套作作物的差异有关;有报道玉米/甘薯套作时不同甘薯品种具有不同的最适共生期^[9],甘薯/小麦套作中也可能存在同样的问题。研究套作模式下甘薯茎粗变化时发现,这二者茎粗较纯作均增加,是否因为茎粗增加更有利于二者最大限度吸收传导养分而造成产量增加^[7],有待进一步研究。纯作时烟薯25、商薯19和普薯32的鲜产量位居前三,但3:1套作模式下,商薯19、普薯32和漂薯11号鲜产量位居前三,2:1套作模式下,商薯19、普薯32和漂薯15号鲜产量位居前三,说明麦薯套作兼用型(漂薯11号和漂薯15号)甘薯产量较高,这与薛宪等^[11]研究的兼用型甘薯套作较高产一致;同时漂薯14号和漂薯15号分别在不同套作模式下较纯作产量增加,考虑可能是由于品种差异,但具体原因有待进一步分析。

土地当量比是衡量间套作体系产量优势的指标,LER大于1,即表明具有套作优势^[4]。小麦套作不同甘薯品种时,复合群体的土地当量比均大于1,参试品种在3:1模式种植下比2:1更具有套作优势,说明随小麦套作行数增加LER有增加趋势,这与已有研究一致^[12],3:1套作作物种间竞争更易达到平衡^[1]。本研究结果显示,麦薯不同行比套作种

有机肥氮替代化肥氮对马铃薯光合特性的影响

谭伟军 王娟 黄凯 杨荣洲 张娟宁 何万春

(甘肃省定西市农业科学研究院,定西 743000)

摘要:以陇薯10号为试验材料,通过大田试验,研究了不同有机肥氮替代化肥氮对覆膜马铃薯光合特性的影响。结果表明,与对照(CK)和纯施化肥相比,10%、20%、30%和40%有机肥氮替代化肥氮处理显著提高了马铃薯叶片SPAD值,同时也提高了马铃薯的净光合速率、气孔导度、胞间二氧化碳浓度和蒸腾速率。当有机肥氮替代化肥氮的比例达到30%时,继续增加有机肥用量,各项数据指标都不再增加,甚至会减小,说明在定西市,施氮量为纯氮180kg/hm²,氮磷钾配比为N:P₂O₅:K₂O=4:3:3,有机肥氮替代化肥氮的比例为30%是最佳有机-无机配施方式。

关键词:有机肥;马铃薯;干物质积累与分配;源库关系

马铃薯是世界主要粮菜兼用型作物之一^[1],特别是在甘肃省定西地区,马铃薯产业是经济发展的重要支撑。但随着马铃薯的集约化种植,土壤生态环境恶化严重阻碍了马铃薯产业的健康发展。研究表明^[2],合理有机-无机肥料配施,不仅能够提高作

物产量和品质,而且能够有效地改善土壤生态环境,但有机肥氮能够在多大比例替代化肥氮的相关研究在定西市鲜见报道。为此在定西市安定区香泉镇进行了有机肥氮替代化肥氮的试验,研究有机肥对马铃薯光合特性的影响以及有机肥氮替代化肥氮的适宜比例,以期对定西市马铃薯产业的健康可持续发展提供指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料及试验地概况 试验所用马铃薯品种为陇薯10号,由甘肃省定西市农业科学研究院提

基金项目:甘肃省新型肥料创制工程实验室开放基金(CSXFL-2018-02);定西市农科院专项经费;甘肃省农业科学院科技创新专项计划(2018GAAS02);甘肃省现代农业科技支撑体系区域创新中心重点科技项目(2019GAAS46-1)

通信作者:何万春

植时,3:1模式较2:1模式更具套作优势,是否还有更适套作模式,可以继续做深入研究。研究麦薯套作模式的增产因素,除了最佳套作品种的筛选,还要进一步研究密度、施肥等栽培措施对鲜薯产量和商品薯率的影响^[13]。

参考文献

- [1] 熊军,唐秀桦,潘文兴,韦民政,李韦柳,闫海峰.春植蔗套种不同品种甘薯不同行距比较试验.现代农业科技,2017(2):3-4
- [2] 余常乐,孙建好,李隆.种间相互作用对作物生长及养分吸收的影响.植物营养与肥料学报,2009,15(1):1-8
- [3] 孙永明,袁振宏,孙振钧.中国生物质能源与生物质利用现象与展望.可再生能源,2006(2):78-82
- [4] 宁运旺,张辉,许仙菊,马洪波,张永春.薯麦轮作体系中钾肥全部施于薯季提高甘薯和周年产量.植物营养与肥料学报,2018,24(4):935-946
- [5] 王沛沛,李静涵,卢圆圆,雷志华,李玉华.灌浆期矮抗58小麦旗叶响应干旱胁迫生理生化特性研究.河南农业,2020,16(24):

- 27-28
- [6] 杜昉航.小麦矮抗58高产栽培技术.安徽农学通报,2013,19(5):26-27
- [7] 卢广远,杨爱梅.甘薯/鲜食玉米套作模式下产量与效益分析.中国农学通报,2012,28(21):135-139
- [8] 闫福春,陈青,徐秀珍.影响小麦产量因素对产量形成的贡献.江苏农业科学,2012,40(10):78-80
- [9] 尚浩浩.氮肥追施期对不同共生期套作甘薯产量及养分吸收的影响.重庆:西南大学,2019
- [10] 吴雪莉.干旱胁迫下玉米/甘薯套作对甘薯光合与抗性生理及产量的影响.重庆:西南大学,2016
- [11] 薛宪,王季春,吕长文,赵勇,唐道彬,王秋媛,腾艳.不同甘薯品种套作玉米下的群体产量及效益分析.江西农业学报,2014,26(10):20-23
- [12] 解备涛,张海燕,汪宝卿,段文学,张立明.甘薯芝麻间作模式效益分析.江苏师范大学学报:自然科学版,2017,35(3):44-48
- [13] 屈会娟,沈学善,黄钢,李明,张聪,阎文昭.套作条件下种植密度对紫色甘薯干物质生产的影响.中国农学通报,2015,31(12):127-132

(收稿日期:2020-10-14)