

不同枣粮间作模式物质积累及产量成因分析

高英旭, 刘红民, 刘 阳, 刘 畅, 汪成成, 马冬菁

(辽宁省林业科学研究院, 辽宁 沈阳 110032)

摘要: 在枣粮间作模式下对间作作物的物质积累及产量成因进行对比分析, 以玉米品种先育 335、高粱品种沈杂 5 号为试材, 分别对其在出苗后 45、60、75、90 d 和 105 d 的净光合速率、干物质积累、产量构成因素、株高和茎粗等指标进行了测定与分析。结果表明: 在枣粮间作模式下, 玉米和高粱分别在 ZY4 和 ZG8 模式下粮食产量最高; 高粱在各生育时期内的光合速率均高于玉米, 在不同生长时期内差异较小, 相对玉米可适当密植; 在 ZY4 和 ZG8 的模式下玉米和高粱干物质积累平均速率高, 为高产量的形成奠定物质基础; 穗数和粒重受密度影响较大, 穗粒数影响较小, ZY4 和 ZG8 模式下枣树、玉米、高粱三者配置模式较好。

关键词: 玉米; 高粱; 枣粮间作; 物质积累; 产量

中图分类号: S665.1; S344.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7601(2014)06-0143-06

Analysis of dry matter accumulation and yield components under different jujube-cereal intercropping patterns

GAO Ying-xu, LIU Hong-min, LIU Yang, LIU Chang, WANG Cheng-cheng, MA Dong-qing

(Liaoning Academy of Forestry, Shenyang, Liaoning 110032, China)

Abstract: The study aims to investigate the dry matter accumulation and yield components of maize cultivar Xianyu 335 and sorghum cultivar Shenza 5 under Jujube-cereal intercropping. The net photosynthetic rate, dry matter accumulation, yield components, plant height and stem diameter were measured on 45, 60, 75, 90 d and 105 d after germination. The highest yield of maize and sorghum were detected for ZY4 and ZG8 pattern, respectively. Generally, the net photosynthetic rate of sorghum were higher than that of maize during growth periods; however, the net photosynthetic rate of sorghum had little difference in different growth periods, indicating the necessity of proper row space between sorghum and maize. Average rate of dry matter accumulation of maize and sorghum were higher in ZY4 and ZG8 pattern, underlying the foundation of high yield formation. Meanwhile, the density greatly affected spike/ear number and grain weight, but slightly affected grain number. In addition, ZY4 and ZG8 showed better intercropping effect for jujube, maize and sorghum.

Keywords: maize, sorghum; jujube inter-cropping; dry matter accumulation; yield

枣粮间作是根据枣树与间作物的不同生物学特性和共生原理, 利用生长过程中的时间差和空间差, 合理配置, 组成前后交错、上下分层的复合型群体结构, 充分利用水分、土壤、养分和太阳能等自然资源, 达到增产、增收和增效的目的。枣粮间作种植模式之所以能够持续发展, 主要在于能充分利用土地、空间和日光能, 提高单位面积土地的产量和产值^[1-5]。枣树发芽晚、落叶早, 年生长期短, 枝疏叶小, 遮荫少, 根系分散, 密度低, 与粮食等作物间作矛盾较小。目前, 在管理水平较低条件下, 枣粮间作的农田,

除能收获与一般农田产量相当的粮食作物外, 每公顷还可收 3 000 ~ 4 500 kg 干制红枣^[6-8]。枣粮间作, 枣与间种作物在利用日光能、土壤、肥水和空间方面虽有一定矛盾, 但合理规划, 适当调节, 加强必要的田间管理, 就能解决这些矛盾。间作田块单位面积粮食产量可能超过 500 kg, 红枣产量可能达到 6 000 kg 以上, 达到枣和粮食作物双丰收的目的。

在枣树密度和栽种方式适当的枣粮间作地上, 光照、温度、湿度、风力、水分蒸发等农田环境因子有所改善^[8-10]。尽管因枣树占地, 间作物播种面积有

收稿日期: 2014-03-27

基金项目: “十二五”农村领域国家科技计划课题(2011BAD38B06)

作者简介: 高英旭(1981—), 男, 辽宁锦州人, 工程师, 主要从事森林生态研究。E-mail: yingxugao@126.com。

所减少,但粮食产量不低于同样管理水平下纯粮田的产量,而且枣树有较高的产量,显示出间作的最大经济效益。枣树栽植如超过一定的密度,密度越大,间作物的光照、湿度、通风等条件越差,生长发育受到的抑制越大,产量必然下降,而且农田机械化也会受到限制。枣树密度减少,矛盾也随之变小,但密度太小,不仅枣果产量有限,而且改善农田小气候的有利作用小,甚至消失,枣粮间作的特色和优越性变小。因此,本文分别选取 8 种枣树间作玉米和 8 种枣树间作高粱模式,通过对枣树间粮食的产量及光合作用以及产量构成因素和农艺性状的分析,探求枣树间作玉米和枣树间作高粱的最佳间作模式,为农林生产提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2012 年在辽宁省朝阳市木头城子乡实验地进行,地理坐标为东经 $119^{\circ}52' \sim 120^{\circ}47'$,北纬 $40^{\circ}55' \sim 41^{\circ}54'$,南北长 105.96 km,东西宽 74.64 km。大地貌属辽西低山丘陵区,全境丘岭起伏,沟壑纵横,总地势是西北高,东南低,西北向东南倾斜。玉米品种为先育 335,高粱品种为沈杂 5 号。采用随机区组设计,粮食作物行距 0.6 m,株距 0.3 m,密度 $267 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。枣树单行种植,株距 4 m。试验分为 16 种间作模式,枣树间种玉米(ZY)和枣树间作高粱(ZG)各 8 种,4 次重复。粮食作物于 5 月 5 日播种,

10 月 4 日收获,田间管理相当于当地一般生产水平。玉米和高粱与枣树间作模式及编号见表 1。

1.2 测定项目与方法

1.2.1 产量及构成因素 收获时,将所有重复均收获,玉米、高粱风干后脱粒,用天平称重,测定籽粒水分,折合成含水量 14% 时的产量。收获前在第四重复中的各小区选取生长健康、长势一致的植株 30 株,风干后测产,测定项目为穗数、穗粒数和百(千)粒重。

1.2.2 净光合速率 在高粱灌浆期,采用美国 LI-COR 公司生产的 LI-6400 便携式光合作用测定系统,采用外置光源,分别于出苗后 45、60、75、90 d 和 105 d 上午 9:00 ~ 11:00 在各小区选取长势一致、光照均匀的植株测定其净光合速率,45、60 d 和 75 d 测定区域为粮食作物最上部完全展开叶中部,90 d 和 105 d 玉米和高粱的测定区域分别为穗位叶和倒二叶中部。每次测定 10 株,计算平均值。

1.2.3 干物质 分别在出苗后 45、60、75、90 d 和 105 d 在第四重复中的各小区选取长势均匀一致的植株 20 株取样,风干后测定干物重。

1.2.4 农艺性状 收获前,在各小区选取长势均匀一致的植株 10 株测定其株高和茎粗,玉米和高粱测定区域分别为下数第 4 节和第 5 节节间中部。

1.3 数据处理与分析

用 Excel 2007 整理数据并计算各测定指标的平均值。用 DPS7.05 进行统计分析。

表 1 间作模式

Table 1 Intercropping pattern

间作模式 Intercropping pattern	枣树行距/m Row spacing of jujube	间种作物行数 Intercropping rows	间作模式 Intercropping pattern	枣树行距/m Row spacing of jujube	间种作物行数 Intercropping rows
ZY1	3	1	ZG1	3	1
ZY2	3	2	ZG2	3	2
ZY3	4	2	ZG3	4	2
ZY4	4	3	ZG4	4	3
ZY5	5	2	ZG5	5	2
ZY6	5	3	ZG6	5	3
ZY7	6	3	ZG7	6	3
ZY8	6	4	ZG8	6	4

注:ZY1 ~ ZY8 为枣树间作玉米,ZG1 ~ ZG8 为枣树间作高粱,下同。

Note: ZY1 ~ ZY8: jujube/maize intercropping, ZG1 ~ ZG8: jujube/sorghum intercropping, the same as below.

2 结果与分析

2.1 不同枣粮间作模式对玉米和高粱产量的影响

由图 1 可以看出,不同枣粮间作模式下玉米和高粱产量均存在较大差异。玉米在 ZY4 处理下产

量最高,处理 ZY3 和 ZY5 次之,分别比处理 ZY4 低 8.8% 和 20.5%,玉米的产量与最高产量其它处理间差异较大,均差异显著;高粱在处理 ZG8、ZG6 和 ZG4 的处理下产量较高,分别可达到 $7\ 120.5$ 、 $6\ 877.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 和 $6\ 583.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,而随着高粱种植密度

的下降,产量急剧下降,与最高产量处理差异达到显著水平。从总体水平上看,在枣粮间作模式下,高粱的产量要优于玉米,且密度越大差异越明显;枣粮间作模式下玉米和高粱分别在 ZY4 和 ZG8 的模式下粮食产量最高(间作模式示意图见图 2)。

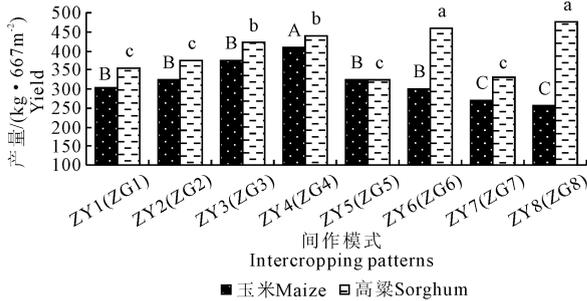


图 1 不同枣粮间作模式对玉米和高粱产量的影响

Fig. 1 Effect of different jujube-cereal intercropping patterns on yield of maize and sorghum

2.2 枣粮间作模式对玉米和高粱光合作用的影响

由图 3 可以看出,在玉米出苗后 45 ~ 105 d 范围

内,即玉米的拔节期至灌浆期期间,不同处理下的净光合速率存在较大差异。在出苗后 45 ~ 60 d 期间,不同处理间差异相对较小,45 d 和 60 d 变幅分别为 $5.3 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 和 $4.5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$,而 75 ~ 105 d 范围内,光合速率的变幅大幅度增大,75 d 达到最大,为 $7.2 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。说明玉米进入抽穗期后,株高叶片增长迅速,导致其相互遮挡,影响了其光合产物的积累。高粱在各生育时期内的净光合速率均高于玉米,且在不同生育时期变化幅度小,说明高粱受枣树遮光影响小,在干旱胁迫下其光合速率仍可保持一定优势。

开花至灌浆期是玉米和高粱的产量形成关键期。在这一时期(90 d)玉米植株不同处理间净光合速率由大到小为:ZY4 > ZY3 > ZY2 > ZY1 > ZY5 > ZY6 > ZY7 > ZY8;高粱不同处理间净光合速率由大到小为:ZG8 > ZG6 > ZG5 > ZG2 > ZG3 > ZG1 > ZG4 > ZG7。两者的变化趋势与产量的变化趋势基本一致,说明在枣粮间作模式下,光合同化物的积累是造成产量差异较大的重要原因,遮光对产量影响较大。

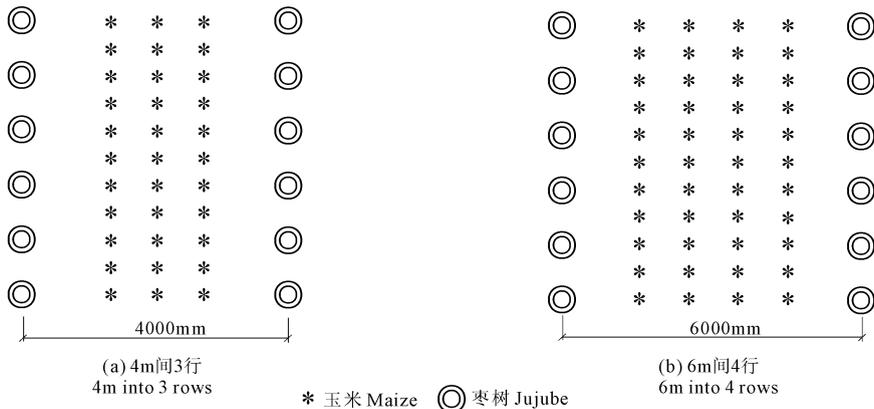


图 2 间作模式示意图

Fig. 2 Schematic of intercropping patterns

2.3 枣粮间作模式下玉米和高粱干物质积累的方程模拟

由表 2 可以看出不同枣粮间作模式下玉米和高粱的干物质积累存在差异。枣树/玉米间作模式下,ZY4 和 ZY3 平均积累速率较大,分别比 8 个处理的平均值高出 21.6% 和 9.9%,说明这两个间作模式较有利于玉米干物质的积累;ZY4 和 ZY3 的最大积累速率较大;ZY3 最大积累速率出现的天数最大,ZY8 最小,其余处理介于二者之间。枣树/高粱间作模式下,ZG8 平均积累速率最大,ZG3 次之;ZG8 比 8 个处理的平均值高出 23.0%,说明在 ZG8 间作模式下最有利于高粱干物质的积累;最大积累速率也出现 ZG8。在这个处理下,最大积累速率出现的天数

ZG6 > ZG1 > ZG5 > ZG8 > ZG4 > ZG7 > ZG3 > ZG2。

干物质积累的平均速率越大,对玉米和高粱较高的产量形成越有利,且各处理间变化趋势与产量的变化趋势基本一致,更进一步解释了分别在 ZY4 和 ZG8 的模式下玉米和高粱产量较高的原因。同时可以看出最大积累速率出现的天数出现的越早对产量形成越有利。

2.4 枣粮间作模式下玉米和高粱产量构成因素分析

不同枣粮间作模式下玉米和高粱产量构成因素存在差异。由表 3 可以看出,玉米穗数 ZY4 最多,ZY6 次之,两个处理分别比 8 个处理的平均值高出 29.5% 和 12.3%,差异达显著水平;穗粒数不同处理下差异较小,百粒重 ZY5 > ZY7 > ZY1 > ZY3 > ZY8 >

ZY2>ZY6>ZY4;高粱穗数 ZG8 最多,ZG3 次之,两个处理分别比 8 个处理的平均值高出 15.8% 和 16.2%,差异显著;穗粒数不同处理下差异较小,千粒重 ZG6>ZG5>ZG3>ZG4>ZG7>ZG1>ZG2>

ZG8。说明穗数和粒重受密度影响较大,穗粒数不同处理间较小,玉米、高粱和枣树分别在 4 m 间 3 行和 6 m 间 4 行模式下协调效果较好,是其较高产量形成的重要因素。

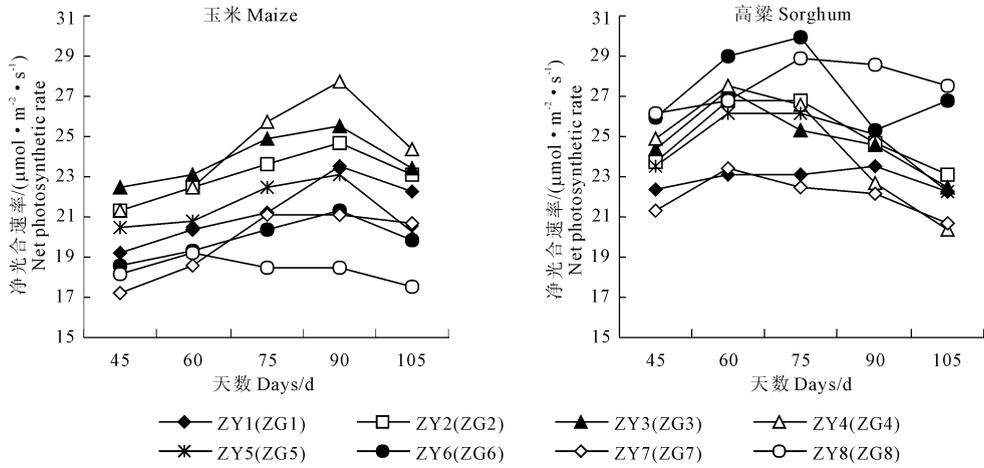


图 3 枣粮间作下玉米和高粱不同生育时期光合速率比较

Fig. 3 Comparison of photosynthetic rate between maize and sorghum under jujube-cereal intercropping at different growth stages

表 2 枣粮间作模式下粮食作物干物质积累的方程模拟

Table 2 Simulation of dry matter accumulation under different jujube-cereal intercropping

间作模式 Intercropping patterns	回归方程 Regression equation	决定系数 R^2 Coefficient of determination	平均积累速率 /(%·株 ⁻¹ ·d ⁻¹) Average accumulation rate	最大积累速率 /(%·株 ⁻¹ ·d ⁻¹) Maximum accumulative rates	最大积累速率出 现的天数/d Day of maximum accumulative rates
ZY1	$Y = 21.68 / (1 + e^{0.9874 - 0.03455X})$	0.9432	0.1413	0.1873	28.58
ZY2	$Y = 20.68 / (1 + e^{1.045 - 0.03655X})$	0.9082	0.1523	0.1890	28.61
ZY3	$Y = 19.65 / (1 + e^{1.0198 - 0.04133X})$	0.9464	0.1638	0.2032	24.67
ZY4	$Y = 22.66 / (1 + e^{1.1048 - 0.03168X})$	0.9643	0.1813	0.2123	27.24
ZY5	$Y = 21.16 / (1 + e^{0.9208 - 0.03106X})$	0.9428	0.1350	0.1917	29.13
ZY6	$Y = 19.44 / (1 + e^{0.9439 - 0.03301X})$	0.9562	0.1400	0.1605	28.59
ZY7	$Y = 24.27 / (1 + e^{0.9208 - 0.03141X})$	0.9471	0.1450	0.1662	29.31
ZY8	$Y = 20.87 / (1 + e^{0.8563 - 0.02818X})$	0.9833	0.1338	0.1471	30.38
ZG1	$Y = 16.97 / (1 + e^{1.2217 - 0.05074X})$	0.9753	0.1738	0.2153	24.08
ZG2	$Y = 19.20 / (1 + e^{1.3226 - 0.04625X})$	0.9567	0.1888	0.2220	28.60
ZG3	$Y = 21.13 / (1 + e^{1.2411 - 0.04371X})$	0.9881	0.2075	0.2311	28.39
ZG4	$Y = 21.85 / (1 + e^{1.1227 - 0.04305X})$	0.9532	0.1913	0.2352	26.08
ZG5	$Y = 20.50 / (1 + e^{1.0397 - 0.04134X})$	0.9652	0.1538	0.2119	25.15
ZG6	$Y = 20.93 / (1 + e^{1.1705 - 0.05060X})$	0.9511	0.2038	0.2649	23.13
ZG7	$Y = 19.85 / (1 + e^{1.0563 - 0.03893X})$	0.9558	0.1613	0.1932	27.13
ZG8	$Y = 18.81 / (1 + e^{1.7273 - 0.06635X})$	0.9602	0.2325	0.3120	26.03

2.5 玉米和高粱产量构成因素及农艺性状的相关性分析

利用相关系数法对不同枣粮间作模式下玉米和高粱产量构成因素及农艺性状进行相关性分析(表 4),多数指标之间呈正相关。结果表明:不同间作模式下,穗粒数和茎粗与产量达到显著或极显著水平,

说明茎粗对枣粮间作模式中粮食作物产量影响较大。枣树/高粱间作模式下,茎粗和产量相关系数最大,达到 0.95^{**},穗粒数和产量显著相关,相关系数为 0.74^{*}。枣树/玉米间作模式下,穗数和千粒重、穗粒数和株高呈显著负相关,相关系数分别为 -0.77^{*} 和 -0.75^{*}。

表3 枣粮间作模式下玉米和高粱产量构成因素分析

Table 3 Yield components analysis of maize and sorghum under different jujube-cereal intercropping patterns

处理 Treatment	玉米 Maize			高粱 Sorghum		
	穗数 Spike number	穗粒数 Grain number per ear	百粒重/g 100-seed weight	穗数 Spike number	穗粒数 Grain number per ear	千粒重/g 1000-seed weight
ZY1(ZG1)	1503 ± 1.2e	502.6 ± 2.1a	35.2 ± 0.8ab	2325 ± 3.1c	382.6 ± 2.8b	25.4 ± 1.5d
ZY2(ZG2)	2012 ± 3.5b	425.4 ± 2.5b	31.3 ± 0.4b	2639 ± 3.3bc	375.4 ± 2.4b	24.8 ± 1.7d
ZY3(ZG3)	1811 ± 2.5d	473.1 ± 1.4b	32.6 ± 3.2b	1911 ± 2.5d	473.1 ± 3.5a	27.7 ± 0.5c
ZY4(ZG4)	2541 ± 3.6a	508.9 ± 3.6a	28.5 ± 1.5c	3355 ± 2.1a	408.9 ± 2.9ab	26.6 ± 0.8c
ZY5(ZG5)	1818 ± 3.4d	425.2 ± 4.2b	38.8 ± 1.1a	2528 ± 3.2c	385.2 ± 1.5b	28.4 ± 1.1b
ZY6(ZG6)	2205 ± 2.2a	398.5 ± 3.6bc	30.5 ± 0.9c	3137 ± 1.8a	408.5 ± 1.4ab	30.5 ± 0.6a
ZY7(ZG7)	1809 ± 1.5d	369.4 ± 3.3c	36.5 ± 1.7a	2822 ± 1.6b	359.4 ± 4.3d	25.9 ± 1.3d
ZY8(ZG8)	2004 ± 2.6c	354.7 ± 3.0c	32.2 ± 1.2b	2857 ± 3.1b	474.7 ± 2.6a	22.6 ± 1.1e
CV/%	6.15	0.04	1.16	2.98	0.07	2.17

表4 玉米和高粱产量构成因素及农艺性状的相关性分析

Table 4 Correlation analysis of yield components and agronomical traits of maize and sorghum

间作模式 Intercropping patterns	测定指标 Parameters	X1	X2	X3	X4	X5	X6
枣树/玉米 Jujube/maize	X1	1.00					
	X2	0.04	1.00				
	X3	-0.77*	-0.22	1.00			
	X4	0.27	-0.75*	0.07	1.00		
	X5	0.45	0.66	-0.12	-0.27	1.00	
	X6	0.46	0.80**	-0.42	-0.50	0.82**	1.00
枣树/高粱 Jujube/sorghum	X1	1.00					
	X2	-0.26	1.00				
	X3	0.05	-0.13	1.00			
	X4	0.19	-0.11	0.43	1.00		
	X5	0.51	0.59	0.01	0.14	1.00	
	X6	0.36	0.74*	-0.03	0.24	0.95**	1.00

注: * 和 ** 分别表示在 0.05 和 0.01 的显著水平; X1: 穗数、X2: 穗粒数、X3: 粒重、X4: 株高、X5: 茎粗、X6: 产量。

Note: * and ** indicate significance at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively. X1: ear number, X2: grain number per ear, X3: grain weight, X4: height, X5: stem diameter, X6: grain yield.

3 结论与讨论

3.1 讨论

光是作物产量形成的重要因子,在枣树和粮食作物间作体系中,作物高低相间,与单作群体相比,间作改变了光在群体中的分布特点,高效利用光能可提高间作作物产量^[11-12]。树粮间作模式中,高位植物如枣树等凭借较高的株高和较大的冠层获得了较多的光能,并影响间作作物的光能分布。因而,较宽的间作带有利于光能的均匀分布和间作作物群体的同化物积累^[13]。试验研究结果表明,枣树/高粱间作模式下,间作带最宽的 ZG8 模式产量最高,

这与前人研究结果基本一致。枣树/玉米间作模式下,密度最大的 ZY4 产量最高,间作带最宽的 ZY8 产量最低。通过分析玉米产量构成因素及其与农艺性状的相关性结果,笔者认为,玉米产量受群体影响较大,在不同枣树/玉米间作模式中,玉米是通过群体的协调发展而获得高产,这与前人研究的玉米是通过提高群体整齐度,减小群体内竞争而获得高产稳产具有相似之处^[14]。

枣粮间作模式的优劣,直接影响着经济效益的好坏。以粮为主、以枣为辅的间作模式适用于人多地少的地区,枣粮兼顾的间作模式适用于人口土地均衡的地区^[15]。枣粮间作密度的确定需要综合分

析地形、地势、土壤条件、耕作条件以及管理水平等影响因子,还要考虑栽培品种的生长势等因素^[16]。由于枣树生长较为缓慢,如果采用稀植或中密度栽植,枣树成型慢,产量和效益低。因此,树、粮种植密度及其间作群体中树、粮地上部与地下部在空间生态位的竞争与互补关系、生理生态特性的改变等方面还有待于进一步研究。

3.2 结 论

玉米和高粱分别在 4 m 间 3 行和 6 m 间 4 行的模式下粮食产量最高,高粱在不同生长期差异相对较小,相对玉米可适当密植;玉米和高粱干物质积累分别在 ZY4 和 ZG8 的枣粮间作模式下平均速率高,可为高产的形成奠定物质基础;不同的枣粮间作模式下穗数和粒重受密度影响较大,不同模式间穗粒数差异较小,枣/玉米 ZY4 和枣/高粱 ZG8 的枣粮间作模式下粮食作物和枣树可以达到群体内和群体间均衡生长状态。

参 考 文 献:

- [1] Garrett H E G. Agroforestry practice and policy in the United States of America[J]. *Forestry Ecology and Management*, 1997,91(1):5-15.
- [2] Herzog G. Streuobst: a traditional agroforestry system as a model for agroforestry development in temperate Europe[J]. *Agroforestry Systems*, 1998,42:61-80.

- [3] 马秀玲,陆光明.农林复合系统中林带和作物的根系分布特征[J].*中国农业大学学报*,1997,2(1):109-116.
- [4] 高春祥.枣粮间作模式及效益分析[J].*河北林业科技*,1994,(4):35-37.
- [5] 朱清科,朱金兆,黄土塬面农林复合系统的生态位特征[J].*中国水土保持科学*,2003,1(1):49-52.
- [6] 云 雷,毕华兴,马雯静,等.晋西黄土区核桃花生复合系统核桃根系空间分布特征[J].*东北林业大学学报*,2010,7(7):67-70.
- [7] 杜仙当.稷山县枣粮间作综合效益调查及分析[J].*山西林业科技*,2006,(3):32-33.
- [8] 刘瑞红.浅析枣粮间作模式[J].*山西林业*,2009,(3):23-24.
- [9] 张劲松,孟 平,宋兆民.农林复合模式耗水特征的研究[J].*林业科学研究*,1996,9(4):331-337.
- [10] 张劲松,孟 平,尹昌君.果农复合系统中果树根系空间分布特征[J].*林业科学*,2002,7(4):30-33.
- [11] 焦念元,宁堂原,赵 春,等.玉米花生间作复合体系光合特性的研究[J].*作物学报*,2006,32(6):917-923.
- [12] 高 阳,段爱旺,刘祖贵,等.玉米和大豆条带间作模式下的光环境特性[J].*应用生态学报*,2008,19(6):1248-1254.
- [13] 焦念元,赵 春,宁堂原,等.玉米—花生间作对作物产量和光合作用光响应的影响[J].*应用生态学报*,2008,9(5):981-985.
- [14] 李潮海,苏新宏,孙敦立.不同基因型玉米间作复合群体生态生理效应[J].*生态学报*,2002,22(12):2096-2013.
- [15] 蔡崇法,王 峰,丁树文,等.间作及农林复合系统中植物组分间养分竞争机理分析[J].*水土保持研究*,2000,(3):219.
- [16] 毛 容,曾德慧.农林复合系统植物竞争研究进展[J].*中国生态农业学报*,2009,(2):379-386.

(上接第 137 页)

参 考 文 献:

- [1] 阴卫军,刘 强,张李娜,等.施钾时期和施钾量对不同淀粉含量玉米籽粒品质的影响[J].*山东农业科学*,2008,(5):42-45.
- [2] 王海峰.玉米产业在农业生产中的重要作用及发展前景[J].*种子世界*,2008,(6):54-55.
- [3] 吴建宇,徐翠莲,任和平,等.玉米不同收获期的子粒品质研究[J].*河南农业大学学报*,1994,28(1):92-94.
- [4] 鲍艳杰,郝明德,杨小敏.不同耕作覆盖措施下延收对春玉米产量的影响[J].*西北农林科技大学学报(自然科学版)*,2012,40(11):79-84.
- [5] 杨小敏,郝明德,王忠有,等.陕西关中地区夏玉米适时延收的增产效应[J].*西北农林科技大学学报(自然科学版)*,2014,42(8):62-68.
- [6] 恽友兰.北京夏播掖单号玉米品种籽粒品质的研究初报[J].*北京农业科学*,1992,(1):10-13.
- [7] 鲍继友,张金龙,孙顶太.夏玉米最佳收获期试验研究[J].*玉米科学*,1993,1(3):23-25.

- [8] 曹国鑫,雷 友,张宏彦.适期晚收技术对曲周夏玉米增产作用研究[J].*现代农村科技*,2010,(21):8-9.
- [9] 卜俊周,谢俊良,彭海成,等.夏玉米晚收增产效应分析[J].*河北农业科学*,2011,15(1):1-2.
- [10] 李 晔.收获期对夏玉米产量性状的影响[J].*中国种业*,2007,(10):42-43.
- [11] 马敬辉,王学平.免耕直播玉米晚收增产技术[J].*河北农业科技*,2007,(12):8.
- [12] 郝明德,谢永生,鲍艳杰,等.黄土区不同熟制玉米延收增产技术研究[J].*干旱地区农业研究*,2013,31(1):57-60.
- [13] 鲍士旦.土壤农化分析(第三版)[M].北京:中国农业出版社,2000:48-60.
- [14] 陈现平,李运生,戚尚恩.淮北地区玉米夏播制种的灌浆速度和最适收获期[J].*安徽农业科学*,1999,27(5):438-439,441.
- [15] 路海东,薛吉全,马国胜,等.收获期对不同栽培措施玉米产量及粒重的影响[J].*玉米科学*,2011,19(1):101-104.
- [16] 马富裕,吕 新,胡晓棠,等.不同收获期对春玉米掖单 12 号产量和品质的影响[J].*石河子农学院学报*,1996,(增刊):1-4.