

# 高粱大豆间作对高粱生物性状及产量的影响

辛宗绪 刘 志 赵术伟 肖继兵 朱晓东 吴洪生

(辽宁省旱地农林研究所, 朝阳 122000)

**摘要:**为探究较好的高粱大豆合理间作模式,选用中高秆高粱辽杂 19、矮秆高粱辽杂 37 和大豆辽豆 29 作为试验材料,设置 3 种高粱和大豆间作比例,分别为 2:2、4:2、2:4,3 个品种单作为对照,分析不同株高高粱品种和大豆间作对高粱生物性状和产量的影响。结果表明,与单作模式对比,合理的间作模式有利于提高高粱茎粗,增加高粱干物质积累,中高秆品种辽杂 19 高粱大豆在间作比例 2:4 处理下产量最高,为 10141.8kg/hm<sup>2</sup>,矮秆品种辽杂 37 在间作比例 2:2 处理下产量最高,为 8897.5kg/hm<sup>2</sup>。以上 2 个处理增产效果最明显,间作效果最好,是较为合理的间作模式,在辽西地区农业生产中具有很好的应用价值。

**关键词:**高粱;大豆;间作;生物性状;产量

高粱是辽宁省重要的杂粮作物之一,在农作物生产体系中具有不可替代的优势,由于其抗旱性好,耐盐碱性强,耗水量少,水分利用率高,成为种植业结构调整中重要的替代作物<sup>[1]</sup>。辽西地区高粱常年播种面积在 6 万~8 万 hm<sup>2</sup>,占全省高粱播种面积的 80% 左右<sup>[2]</sup>,高粱生产中存在连作导致的病虫害发生概率大、不利于恢复和提高地力、容易造成缺苗断垄的问题。间作是一种在时间和空间上实现种植集约化的种植模式,不仅能够提高光能利用率,同时可充分地利用光、温、水、肥等资源,从而提高单位面积产出效率<sup>[2-4]</sup>,而且还能抑制田间杂草生长和病虫害的发生<sup>[5-8]</sup>,已成为重要的栽培模式。彭方丽等<sup>[9]</sup>认为可根据产业发展的需求以及间作作物的生长特性等选择作物类型,目前,在辽西地区以高粱为主栽作物,间作共生群体作物种类还处于初步探索阶段,相关可以借鉴或参考的资料很少,为此该试验选用生产中应用较多的中高秆品种辽杂 19 和矮秆品种辽杂 37 与辽豆 29 进行不同间作模式研究,提出最优配置方案,为今后辽西地区推广高粱间作栽培技术提供依据。

## 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 试验选择中高秆和矮秆高粱品种各 1 个,中高秆品种为辽杂 19,矮秆品种为辽杂 37,大豆品种为辽豆 29。均为当地生产中推广面积较

大的品种。

**1.2 试验地点** 试验于 2019-2020 年在辽宁省旱地农林研究所试验基地(34°52'~35°02'N, 112°51'~113°13'E)进行,试验地前茬作物为谷子,土壤类型为沙壤土,肥力中等,地势平坦,土壤有机质含量 11.39g/kg、全氮含量 0.93g/kg、有效磷含量 27.79mg/kg,速效钾含量 96.30mg/kg,pH 值 7.81。

**1.3 试验设计** 设计高粱单作对照、大豆单作对照和 3 种高粱大豆间作处理,共 9 个处理(表 1),套作行比分别为 2:2、4:2、2:4。随机区组设计,3 次重复,每小区 12 行,行长 8m,行距 0.6m。依据各品种大田生产适宜密度播种,辽杂 19 种植密度为 10.5 万株/hm<sup>2</sup>,辽杂 37 种植密度为 15.0 万株/hm<sup>2</sup>,辽豆 29 种植密度为 18.0 万株/hm<sup>2</sup>。

表 1 各处理详细信息

处理	高粱品种	大豆品种	行比
T1	辽杂 19	辽豆 29	2:2
T2	辽杂 37	辽豆 29	2:2
T3	辽杂 19	辽豆 29	4:2
T4	辽杂 37	辽豆 29	4:2
T5	辽杂 19	辽豆 29	2:4
T6	辽杂 37	辽豆 29	2:4
T7 (CK)	辽杂 19	-	-
T8 (CK)	辽杂 37	-	-
T9 (CK)	-	辽豆 29	-

基金项目:国家谷子高粱产业技术体系项目(CARS-06-13.5-B16)

2019年试验于5月18日播种,2020年试验于5月20日播种。高粱播种时每 $\text{hm}^2$ 施入磷酸二铵300kg,拔节期追施尿素300kg;大豆播种时施入磷酸二铵150kg,初花期追施尿素75kg。其他管理同大田。

**1.4 测定项目及方法** 株高和茎粗 在高粱拔节期、抽穗期、灌浆期、成熟期和大豆成熟期,每个处理连续选择10株,用卷尺测量株高,用游标卡尺测量茎粗。

**干物质积累量** 在高粱拔节期、抽穗期、灌浆期、成熟期进行取样,每个处理选取10株具有代表性的植株,置于烘干箱105℃杀青30min,80℃烘干至恒质量,对干物质进行测定。

**叶面积指数(LAI)** 在高粱拔节期、抽穗期、灌浆期和成熟期采用AccuPAR LP-80植物冠层分析仪(美国)进行叶面积指数测定,在靠外第10株位置将植物冠层分析仪探头向内探伸进行测量。

**产量** 成熟时在每个处理中间区域连续选取10株高粱和10株大豆植株在风干室自然风干后进行考种,测量穗长、穗重、穗粒重和千粒重等指标。并对小区分别进行收获测产。

**1.5 数据分析** 采用Microsoft Excel 2003进行试验数据整理、制图,使用SPSS 7.05进行数据分析。

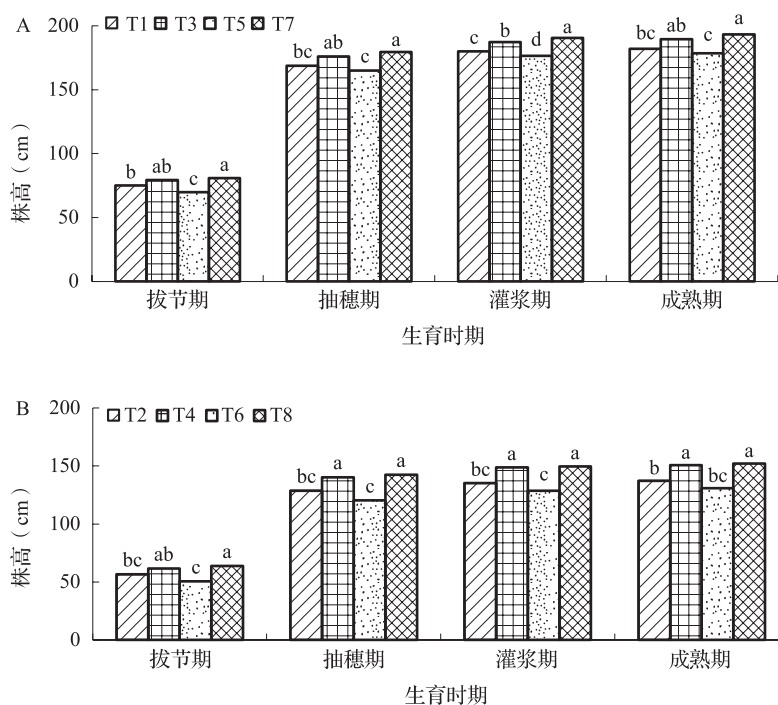
采用2年平均值进行统计分析。

## 2 结果与分析

**2.1 间作对高粱生物性状的影响** 株高 从图1可以看出,中高秆品种辽杂19与大豆不同间作模式下,各生育时期间作高粱株高均低于单作高粱。具体表现为T7处理显著高于T1和T5,与T3处理间拔节期、抽穗期和成熟期无显著差异(灌浆期除外),T3处理显著高于T5处理,与T1处理间无显著差异(灌浆期除外),T1和T5在拔节期和灌浆期差异显著,其他时期差异均不显著,各处理由高到低的顺序为T7>T3>T1>T5。灌浆期4个处理之间均差异显著。

矮秆品种辽杂37与大豆不同间作模式下对株高的影响较大,在拔节期T4处理显著高于T6,与T2、T8处理差异不显著;T2和T6处理间差异不显著,在抽穗期、灌浆期、成熟期T4和T8显著高于T6,总体表现由高到低为T4>T8>T2>T6。

以上结果说明中高秆品种辽杂19在单作状态下,由于其株型较高,植株行间产生遮蔽,通风透光条件减弱,这增强了高粱之间的空间竞争,促进其伸长生长。而间作状态下,大豆植株低矮,高粱株高较高,间作有效地将高粱株行的间距进行分割,从而使高粱之间的空间竞争减弱。矮秆品种辽杂37单作



A : 辽杂 19; B : 辽杂 37; 不同小写字母表示  $p < 0.05$  水平差异显著,下同

图1 高粱大豆间作对株高的影响

状态下,由于其株高较矮空间竞争较弱,其伸长生长没有高秆品种强。间作状态下,由于其株高与大豆相当,两种作物之间表现出竞争和互补并存的弱竞争效应。同时作物间高低配合也改善了田间通风条件,更好地利用了光热资源,为后期的生殖生长奠定了良好的基础。

**茎粗** 从图2可以看出,中高秆品种辽杂19与大豆不同间作模式下,在各生育阶段茎粗都有不同程度的增长,各间作处理与单作处理相比,在拔节期各处理间差异不显著,在抽穗期T1、T5处理的茎粗显著大于T7处理,T3与T7处理之间差异不显著,在灌浆期T1、T3、T5处理高粱茎粗要显著高于T7处理,在成熟期,茎粗的表现与灌浆期基本一致,各处理总体呈现出T1>T5>T3>T7的趋势。矮秆品种辽杂37与大豆不同间作模式下,各间作处理的茎粗均大于单作处理,在拔节期T6处理、T2处理显著高于T8处理,T4处理与T8处理之间差异不显著。在抽穗期、灌浆期和成熟期以T6处理显著高于T8处理,T2处理、T4处理与T8之间差异不显著。结果说明中高秆品种辽杂19与大豆不同间作模式下T1处理和T5处理对茎粗生长更为有利,矮秆品种与大豆间作模式下T6处理对茎粗生长更为有利。

**单株干物质积累量** 单株干物质是衡量高粱生长状况的重要指标之一。从图3可以看出,辽杂19与大豆间作模式下,高粱单株干物质积累量随着生育时期的进行呈逐渐增加趋势变化。整个生育进程干物质积累量均表现间作处理大于单作处理。拔节期T1处理和T5处理显著高于T7,抽穗期T3处理和T5处理表现较好,显著高于T1处理和T7处理,在灌浆期和成熟期T1处理和T5处理表现较好,显著高于T3处理和T7处理,T3处理显著高于T7处理。

辽杂37与大豆间作模式下,拔节期各处理与单作处理差异不显著,在抽穗期T4处理和T8处理显著高于T2处理和T6处理,在灌浆期和成熟期T4处理显著高于T2处理、T6处理和T8处理,T2处理和T8处理显著高于T6处理。结果说明中高秆品种辽杂19与大豆间作模式下T1和T5处理有利于干物质积累,矮秆品种辽杂37与大豆间作模式下T4处理更有利于干物质积累。

**叶面积指数** 从图4可以看出,叶面积指数总体表现为先升高后降低的趋势。中高秆品种辽杂19与大豆不同间作模式下,各生育时期间作高粱叶面积指数均低于单作高粱,且在拔节期、抽穗

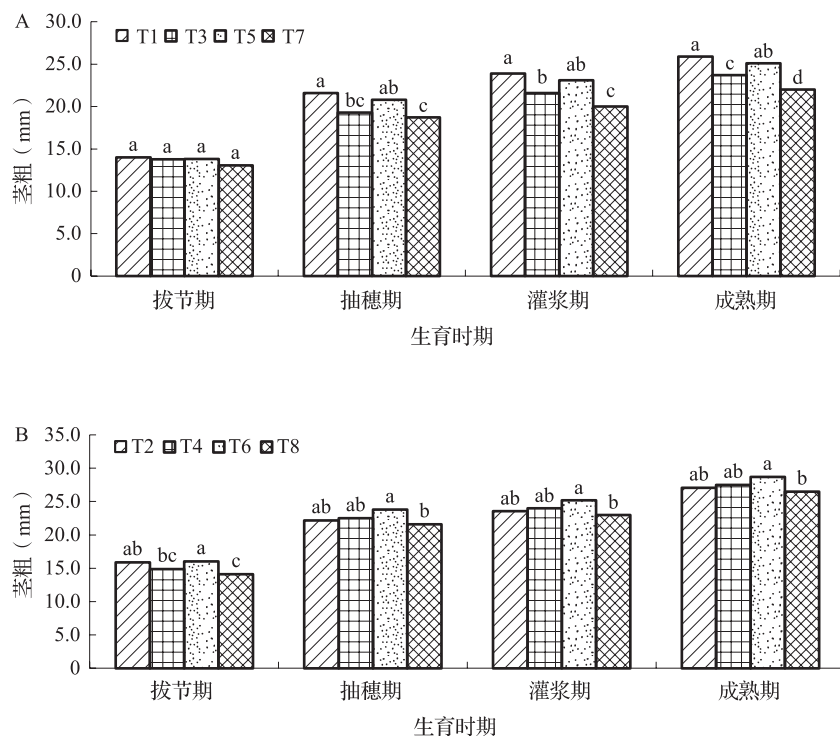


图2 高粱大豆间作对茎粗的影响

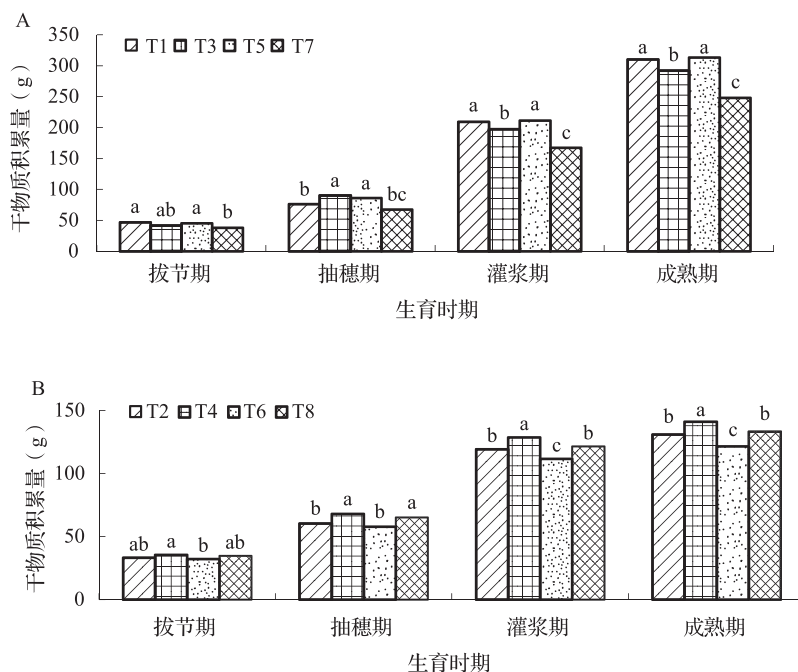


图3 高粱大豆间作对干物质积累量的影响

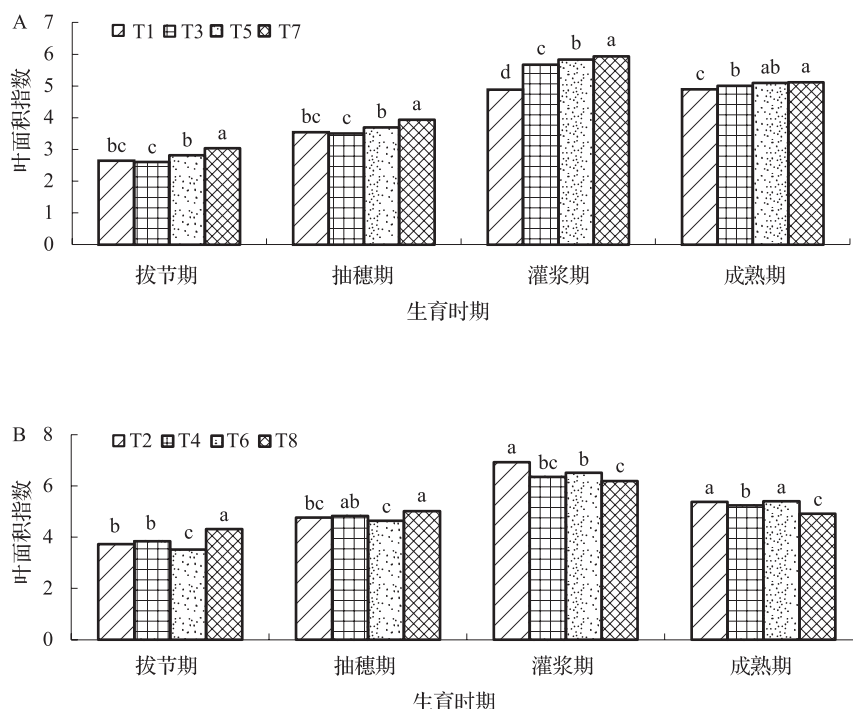


图4 高粱大豆间作对叶面积指数的影响

期、灌浆期达显著水平,在成熟期 T7 处理、T5 处理和 T3 处理显著大于 T1 处理,T7 处理和 T5 处理之间差异不显著,各处理叶面积指数总体呈现  $T7 > T5 > T3 > T1$ 。

矮秆品种辽杂 37 与大豆间作模式下,在拔节期

和抽穗期间作处理叶面积指数低于单作处理,拔节期各间作处理中以 T2 处理与 T4 处理显著高于 T6 处理,T2 处理和 T4 处理之间无显著差异。在灌浆期和成熟期间作处理叶面积指数高于单作处理,灌浆期 T2 处理最高,显著高于其他处理,T6 处理显著

高于 T8 处理, T6 处理和 T4 处理之间无显著差异。成熟期 T2 处理和 T6 处理显著高于 T4 处理和 T8 处理, T4 处理显著高于 T8 处理。结果说明中高秆品种辽杂 19 与大豆间作模式下 T5 处理有利于叶片生长, 矮秆品种辽杂 37 与大豆间作模式下 T2 处理更有利于叶片生长。

**2.2 间作对高粱产量构成因素及产量的影响** 从表 2 可以看出, 中高秆品种辽杂 19 与大豆间作模式下, 各处理对穗长的影响不大, 对穗重和穗粒重的影响表现为各间作处理均高于单作处理, 且 T1 和 T3 处理与单作差异达显著水平, 千粒重也表现为各间作处理均高于单作处理, 且 T1 与单作间差异达显著水平, 产量表现为各间作处理产量均显著高于单作处理, T5 产量最高 ( $10141.8\text{kg}/\text{hm}^2$ ), 显著高于其他处理。矮秆品种辽杂 37 与大豆间作模式下, 间作

处理穗长、穗重、穗粒重和千粒重均高于单作处理 (T4 处理穗粒重除外), 但差异不显著。产量表现为各间作处理产量均显著高于单作处理, T2 产量最高 ( $8897.5\text{kg}/\text{hm}^2$ ), 显著高于其他处理。

**2.3 间作对大豆产量的影响** 从表 2 可以看出各间作处理大豆的产量均显著低于 T9 大豆单作处理, 中高秆高粱辽杂 19 与大豆间作模式下, 间作处理较单作处理减产  $16.93\%\sim 38.45\%$ , 间作处理中以 T5 处理产量显著高于 T1 处理和 T3 处理。矮秆品种与大豆间作模式下, 间作处理较单作处理减产  $17.86\%\sim 36.31\%$ , 间作处理中以 T6 处理产量显著高于 T2 处理和 T4 处理, T4 处理显著高于 T2 处理。结果说明高粱和大豆间作模式下, 由于大豆植株低矮, 高粱株高较高, 高粱对大豆产生遮蔽, 不利于大豆生长发育, 导致大豆减产。

表 2 高粱大豆间作对高粱产量构成因素及产量的影响

处理		穗长 ( cm )	穗重 ( g )	穗粒重 ( g )	千粒重 ( g )	高粱产量 ( kg/hm <sup>2</sup> )	大豆产量 ( kg/hm <sup>2</sup> )
辽杂 19	T1	17.9a	162.4a	131.7a	30.4a	9765.4b	2356.7d
	T3	16.1a	153.5a	128.9a	29.4ab	8595.1c	2207.4e
	T5	15.5a	173.7ab	139.4ab	29.7ab	10141.8a	2979.1b
	T7	16.5a	142.7b	124.8b	28.3b	8324.6d	—
辽杂 37	T2	16.6a	80.1a	60.5a	21.9a	8897.5a	2284.1de
	T4	16.6a	80.5a	59.0a	21.2a	7792.3c	2525.5c
	T6	16.3a	79.8a	60.7a	21.2a	8314.4b	2945.8b
	T8	15.7a	76.9a	60.3a	20.2a	7192.2d	—
	T9	—	—	—	—	—	3586.1a

### 3 结论与讨论

间作对高粱的生物性状和产量产生一定的影响, 这些影响多有利于高粱生长发育, 影响程度因品种不同有较大差异。本研究发现, 中高秆品种辽杂 19 与大豆间作模式下, 各生育时期间作处理高粱的株高、叶面积指数均低于单作处理, 茎粗、干物质积累量均高于单作处理。各处理对穗长的影响不大, 对穗重、穗粒重和千粒重的影响表现为各间作处理均高于单作处理, 这与梁晓红等<sup>[10]</sup>的研究有所不同。间作的影响最终会体现在产量上, 各间作处理高粱的产量均有一定的增长, T5 (2:4) 处理产量最高, 为  $10141.8\text{kg}/\text{hm}^2$ , 显著高于其他处理。

矮秆品种辽杂 37 与大豆不同间作模式下, 各

生育时期间作处理高粱的株高除 T4 (4:2) 处理外均低于单作处理, 各间作处理茎粗均大于单作处理, 干物质积累 T4 (4:2) 处理表现最好, 其次是 T2 (2:2) 处理。在拔节期和抽穗期间作处理叶面积指数低于单作处理, 在灌浆期和成熟期间作处理叶面积指数高于单作处理, 以 T2 (2:2) 处理叶面积指数表现最好。间作处理穗长、穗重、穗粒重、千粒重均高于单作处理, 但差异不显著, 这与梁晓红等<sup>[10]</sup>的研究一致。各间作处理产量均显著高于单作处理, T2 (2:2) 处理产量最高, 为  $8897.5\text{kg}/\text{hm}^2$ , 显著高于其他处理。

高粱和大豆间作模式下, 由于大豆植株低矮, 高粱株高较高, 高粱对大豆产生遮蔽, 不利于大



# 福建省区域试验鲜食大豆性状和产量比较研究

张玉梅<sup>1</sup> 蓝新隆<sup>1</sup> 滕振勇<sup>2</sup> 林秀美<sup>3</sup> 陆佩兰<sup>2</sup> 林国强<sup>1</sup> 胡润芳<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> 福建省农业科学院作物研究所 / 福建省特色旱作物品种选育工程技术研究中心, 福州 350013;

<sup>2</sup> 福建省种子总站, 福州 350003; <sup>3</sup> 福建省龙岩市漳平市农业农村局, 龙岩 364400)

**摘要:**通过对2021年福建省鲜食大豆区域试验各试点鲜食大豆的性状表现和产量差异分析,结果表明:闽南(漳州、翔安、泉州)播种期可以提早到2月底,各试点鲜食大豆最长和最短采收日数相差15.9d,采收期持续时间相差9d;鲜食大豆产量试点内区组、试点、品种、试点与品种间互作差异极显著,7个试点小区平均鲜荚产量9.81~21.21kg;漳州点表现最好,产量最高,株高适中,主茎节数多、单株2粒以上标准荚数最多;并对试验存在的主要问题进行了分析探讨。研究结果可为福建省鲜食大豆育种、生产和各地区品种选用以及提高试验效果提供参考。

**关键词:**鲜食大豆;区域试验;性状;产量

鲜食大豆也称毛豆、菜用大豆<sup>[1-3]</sup>。鲜食大豆已成为福建省出口创汇的蔬菜品种之一,是福建省区域特色优势农作物<sup>[4-5]</sup>。为了加快鲜食大豆品种更新换代及新品种审定、推广应用,福建省鲜食大豆区

域试验已组织开展多年,为全省鲜食大豆品种合理布局和审定提供了重要依据;而鲜食大豆区域试验各试点试验数据的可靠性、精确性和完整性关系能否科学、公正、客观评价品种,也是各地区鲜食大豆在生产上品种选用的依据<sup>[6-7]</sup>。本文分析了2021年福建省鲜食大豆区域试验参试品种在各试点性状表现和产量差异,旨在为福建省鲜食大豆育种、生产和各地区品种选用提供参考;通过对各试点的数据分

**基金项目:**福建省科技计划项目(2020R10310011);福建省财政专项(CXTD2021011-2, 2021N0039, FJVR2020-02, 2021PZQS003, CXPT202202)

**通信作者:**胡润芳

豆生长发育,导致大豆减产,减产幅度达16.93%~38.45%。

在高粱和大豆间作模式下,高粱和大豆高低配合,有效将高粱株行的间距进行分割,减弱了同种作物之间对于光能的竞争,更好地利用了光热资源,也改善了田间通风,使高粱的生物性状发生改变,最终使间作高粱的产量高于单作种植。综合分析认为中高秆高粱辽杂19与大豆2:4间作;矮秆高粱辽杂37与大豆2:2间作模式下更有利于高粱的生长发育,是较为合理的间作模式。本研究只是对2个不同株高的高粱品种与大豆不同比例间作模式进行了初步探索,其互作机制和病虫害的防治、播种、收获机械的改进等技术尚有待于进一步探索。

## 参考文献

- [1] 邹剑秋. 高粱育种与栽培技术研究新进展. 中国农业科学, 2020, 53(14): 2769-3773
- [2] 赵术伟, 刘志, 孔凡信, 辛宗绪. 辽西地区高粱品种引进试验及分

析. 辽宁农业科学, 2012(6): 19-21

- [3] 焦念元, 宁堂原, 杨萌珂, 付国占, 尹飞, 徐国伟, 李增嘉. 玉米花生间作对玉米光合特性及产量形成的影响. 生态学报, 2013, 33(14): 4324-4330
- [4] 高阳, 段爱旺, 刘祖贵, 申孝军, 刘战东, 陈金平. 单作和间作对玉米和大豆群体辐射利用率及产量的影响. 中国生态农业学报, 2009, 17(1): 7-12
- [5] 常玉明, 张正坤, 赵宇, 刘宝权, 李启云, 陈光. 玉米大豆间作对玉米主要病虫害发生及其产量的影响. 植物保护学报, 2021, 48(2): 332-339
- [6] 彭秋, 雷文权, 何庆才, 任洪, 徐燕, 聂莉, 范光先, 龙育堂. 高粱-大豆间作对高粱螟虫发生的影响. 农技服务, 2008(9): 69
- [7] 朱锦惠, 董坤, 杨智仙, 董艳. 间套作控制作物病害的机理研究进展. 生态学杂志, 2017, 36(4): 1117-1126
- [8] 郭安, 张晓春, 皮竟, 王萍, 尹学伟. 多样性种植模式对糯高粱生长及高粱炭疽病发生的影响. 中国农学通报, 2018, 34(32): 12-18
- [9] 彭方丽, 周棱波, 汪灿, 张国兵, 杜月红, 邵明波. 高粱间套作栽培模式研究进展. 贵州农业科学, 2020, 48(10): 20-23
- [10] 梁晓红, 曹雄, 张瑞栋, 刘静, 王爱爱. 不同高粱大豆间作模式对产量及水分养分利用的影响. 华北农学报, 2021, 36(3): 174-184

(收稿日期: 2022-06-10)