

# 间作对糜子干物质积累、农艺性状及产量的影响

曹晓宁,王君杰,刘思辰,陈 凌,王海岗,乔治军

(山西省农业科学院 农作物品种资源研究所/农业部黄土高原作物基因资源与种质创制重点实验室/杂粮种质资源发掘与遗传改良山西省重点实验室,山西 太原 030031)

**摘要:**为了促进晋西北旱薄区旱地农田生态系统的健康可持续发展,比较了大豆//糜子、小豆//糜子、净作3种间作方式对糜子干物质积累和产量的影响。结果表明:大豆//糜子、小豆//糜子处理糜子的干物质积累量高于净作,生育后期最为显著;间作可以对糜子的 SPAD 产生显著影响,间作处理高于净作,大豆//糜子处理最高;间作处理糜子产量均显著高于净作,大豆//糜子处理最高,说明大豆//糜子是一种较好的糜子间套作生产模式。

**关键词:**糜子;干物质积累;间作

**中图分类号:**S516.04;S344.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2016)06-0023-03 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2016.06.0023

间套作作为一种历史悠久的栽培模式,是中国传统精细农艺的精华。间作能够充分利用光能<sup>[1]</sup>、提高叶片的净光合速率<sup>[2]</sup>、促进光合作用最终提高作物产量<sup>[3]</sup>,同时具有提高水分养分利用效率和生态修复等功能<sup>[4-6]</sup>。豆科与禾本科间作间作优势十分明显,在生产上应用广泛<sup>[7-10]</sup>。雍太文等<sup>[11]</sup>研究发现玉米大豆间套作模式下减量施氮有利于玉米-大豆套作系统对氮肥的高效吸收与利用,实现作物持续增产与土壤培肥,刘宇也得出相似结论<sup>[12]</sup>,同时通过间作可以抑制病虫害的发生<sup>[13-14]</sup>,减少农药的使用,符合我国农业生产的“一控、两减”的发展要求。但糜子与豆类间作种植模式的研究鲜有报道。因此,本研究针对晋西北地区糜子与豆类生产实际,重点开展糜子与豆类间作的研究,明确糜子//豆类间作对糜子生长及产量的影响,确定糜子与豆类高产高效间作模式,为糜子豆类间作高产高效立体种植技术提供理论依据,为晋西北旱薄区旱地农田生态系统的健康可持续发展奠定理论基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试糜子品种为品糜1号,大豆品种为当地农家种,小豆品种为常规红小豆。

收稿日期:2016-04-29

基金项目:现代农业产业技术体系建设专项资金资助项目(CARS-07-13.5);山西农业科学院博士基金资助项目(YB SJJ1410)

第一作者简介:曹晓宁(1985-),男,山西省临猗县人,博士,助理研究员,从事糜子抗逆栽培生理研究。

通讯作者:乔治军(1964-),男,山西省河曲县人,学士,研究员,从事糜子资源利用及栽培技术研究。

### 1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验分为大豆与糜子、小豆与糜子、净作3个处理。糜子与豆类带宽比为1:1,糜子行距33.3 cm,密度为45万株·hm<sup>-2</sup>。大豆和小豆行距均为33.33 cm,株距20 cm。试验采用完全随机设计,小区面积6 m×20 m,3次重复。土壤类型为砂质土壤,土壤有机质、全氮、速效磷、速效钾含量分别为4.85 g·kg<sup>-1</sup>、0.36 g·kg<sup>-1</sup>、1.03 mg·kg<sup>-1</sup>、67 mg·kg<sup>-1</sup>。

1.2.2 测定项目及方法 于糜子出苗35 d后每7 d取样1次(个别时期遭遇雨期适当延后取样时间),选择生长一致的5株糜子进行取样,分装于自封袋内,带回实验室,称其鲜重后,置于105℃烘箱内杀青0.5 h,于80℃烘至恒重,对干物质进行称重。

在糜子不同生育时期采用SPAD仪对其倒二叶的SPAD值进行测定。

糜子成熟后,各小区取5株糜子进行考种,考察其农艺性状及产量。同时各小区取中间3行进行测产,折算成公顷产量;茎粗是用游标卡尺测定主茎基部节间的直径。

1.2.3 数据处理 试验数据采用Excel2003和DPS数据处理系统进行数据的处理、统计和图表分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 间作对干物质积累的影响

单株干物质是衡量糜子生长状况的指标,由图1可以看出,间作可以对糜子的干物质积累产生明显影响。开花期之前间作糜子的干物质重量

与净作糜子相差明显,之后间作糜子干物质积累量逐渐高于净作糜子,生育后期最为明显。大豆//糜子间作处理高于小豆//糜子间作处理。

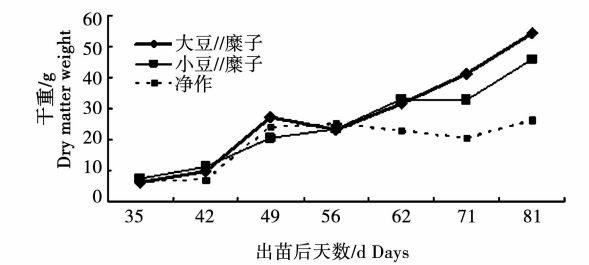


图 1 不同间作方式对糜子干物质积累的影响  
Fig. 1 The effect of different interplanting methods on dry matter accumulation of broomcorn millet

2.2 间作对 SPAD 的影响

由表 1 可以看出,间作方式可以对糜子不同时期(花期、灌浆期、乳熟期)的 SPAD 产生显著影响,花期、灌浆期、乳熟期 3 个时期间作糜子的 SPAD 均高于净作糜子,大豆//糜子间作 SPAD 最高。

表 1 不同间作方式对糜子 SPAD 的影响  
Table 1 The effect of different intercropping methods on SPAD of broomcorn millet

| 处理         | 花期              | 灌浆期            | 乳熟期              |
|------------|-----------------|----------------|------------------|
| Treatments | Flowering stage | Filling stage  | Milky-ripe stage |
| 大豆//糜子     | 43.00±0.37 aA   | 40.78±0.72 aA  | 31.22±1.24 aAB   |
| 小豆//糜子     | 41.62±0.81 abAB | 39.07±1.37 abA | 32.47±1.72 aA    |
| 净作         | 40.18±0.61 bB   | 37.64±0.81 bA  | 26.78±0.28 bB    |

2.3 间作对农艺性状的影响

由表 2 可知,间作可以对糜子的性状产生显著影响,间作条件下,糜子的株高显著高于净作,小豆//糜子间作处理最高达到 148.67 cm。间作处理糜子的茎粗高于净作处理,但未达到显著水

表 2 间作对糜子主要农艺性状的影响  
Table 2 The effect of different intercropping methods on main agronomic character of broomcorn millet

| 处理         | 株高/cm        | 茎粗/cm         | 节数                    | 分蘖        |
|------------|--------------|---------------|-----------------------|-----------|
| Treatments | Plant height | Stem diameter | Numbers of stem nodes | Tillering |
| 大豆//糜子     | 147.83 a     | 0.65 a        | 7.6 a                 | 2.0 a     |
| 小豆//糜子     | 148.67 a     | 0.63 a        | 7.5 a                 | 1.4 ab    |
| 净作         | 140.00 b     | 0.61 a        | 8.2 a                 | 1.2 b     |

平。间作处理糜子的分蘖数高于净作处理,大豆//糜子间作处理分蘖数最多,显著高于净作处理。

2.4 间作对糜子产量的影响

由表 3 可以看出,间作可以对糜子的产量产生显著影响,间作糜子的产量均极显著高于净作糜子,大豆//糜子间作产量比净作高 40.73%、小豆//糜子间作产量比净作高 33.20%。同时间作可以对糜子的收获指数产生影响,间作处理下糜子的收获指数均高于净作处理,大豆//糜子间作处理最高。

表 3 间作方式对糜子产量的影响  
Table 3 The effect of intercropping on yield of broomcorn millet

| 处理         | 产量/(kg·hm <sup>-2</sup> ) | 收获指数          |
|------------|---------------------------|---------------|
| Treatments | Yield                     | Harvest index |
| 大豆//糜子     | 6670.83±143.54 aA         | 0.390         |
| 小豆//糜子     | 6313.89±158.77 aA         | 0.387         |
| 净作         | 4740.00±207.85 bB         | 0.354         |

3 结论与讨论

作物生长的干物质积累与分配是一个“库源”协调的动态变化过程。干物质的积累与合理分配是提高作物产量的关键。高杰云等<sup>[15]</sup>研究发现春玉米/(矮生菜豆、秋白菜)条带间作系统中作物的产量、地上部干物质累积和分配、根系的生长和分布均出现了一定的边行效应。张作为等<sup>[16]</sup>研究发现间作作物的不同会对小麦穗粒干物质质量积累与物质转运产生显著影响。本研究发现间作模式下糜子在全生育期均保持了较高的干物质积累量,生育后期最为明显,糜子//大豆处理最高。杨萍等<sup>[17]</sup>研究发现开花前贮藏同化物的转运量、花后干物质积累量和花后干物质同化量对籽粒的贡献率均显著高于单作各处理。王晓维等<sup>[10]</sup>研究发现玉米-大豆间作能促进提高株高和叶绿素(SPAD值)。由于糜子是耗地作物,通过与豆科作物的间作与合理配置,可以有效改善光合有效辐射、提高叶片叶绿素含量<sup>[18]</sup>,同时豆科作物能为其供给一定量的氮素<sup>[10]</sup>,使其生育后期能够维持较高的(活跃)物质积累,从而获得较高产量。但目前关于糜子//豆类间作的研究较少,为了获得更好的生态、经济效益,应该重视糜子//豆类间

作条件下,作物空间配置、高效施肥技术等方面的研究。

### 参考文献:

- [1] 朱文旭,张会慧,许楠,等. 间作对桑树和谷子生长和光合日变化的影响[J]. 应用生态学报,2012,23(7):1817-1824.
- [2] 焦念元,宁堂原,杨萌珂,等. 玉米花生间作对玉米光合特性及产量形成的影响[J]. 生态学报,2013,33(14):4324-4330.
- [3] 吴娜,刘晓侠,刘吉利,等. 马铃薯/燕麦间作对马铃薯光合特性与产量的影响[J]. 草业学报,2015,24(8):65-72.
- [4] 胡发龙,柴强,甘延太,等. 少免耕及秸秆还田小麦间作玉米的碳排放与水分利用特征[J]. 中国农业科学,2015,49(1):120-131.
- [5] 雍太文,刘小明,宋春,等. 种植方式对玉米-大豆套作体系中作物产量、养分吸收和种间竞争的影响[J]. 中国生态农业学报,2015,23(6):659-667.
- [6] 王效国,呼世斌,程治文,等. 大豆、龙葵单作和间作对砷污染土壤的修复[J]. 环境工程学报,2015,9(12):6128-6134.
- [7] 杨峰,崔亮,黄山,等. 不同株型玉米套作大豆生长环境动态及群体产量研究[J]. 大豆科学,2015,34(3):402-407.
- [8] Hauggard-Nielsen H, Gooding M, Ambus P, et al. Pea-barley intercropping for efficient symbiotic N<sub>2</sub>-fixation, soil N acquisition and use of other nutrients in European organic cropping systems[J]. Field Crops Research, 2009, 113(1): 64-71.
- [9] 马秀杰. 间作对绿豆生物性状、产量和品质的影响[J]. 核农

学报,2014,28(3):546-551.

- [10] 王晓维,杨文亭,缪建群,等. 玉米-大豆间作和施氮对玉米产量及农艺性状的影响[J]. 生态学报,2014,34(18):5275-5282.
- [11] 雍太文,刘小明,刘文钰,等. 减量施氮对玉米-大豆套作系统下作物氮素吸收和利用效率的影响[J]. 生态学报,2015,35(13):4473-4482.
- [12] 刘宇,章莹,杨文婷,等. 减量施氮与大豆间作对蔗田氮平衡的影响[J]. 应用生态学报,2015,26(3):817-825.
- [13] 孙磊,秦晓平,张彦波,等. 利用间作方式控制麦蚜的研究进展[J]. 河北农业科学,2015,19(6):63-65.
- [14] 杨智仙,汤利,郑毅,等不同品种小麦与蚕豆间作对蚕豆枯萎病发生、根系分泌物和根际微生物群落功能多样性的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2014,20(3):570-579.
- [15] 高杰云,马兆伟,李想,等. 施肥方式对春玉米||蔬菜条带间作边行效应的影响[J]. 中国生态农业学报,2015,23(12):1491-1501.
- [16] 张作为,史海滨,李仙岳,等. 限量灌溉对河套灌区间作小麦干物质转移与灌浆特征的影响[J]. 生态学杂志,2016,35(2):415-422.
- [17] 杨萍,李杰,剡斌,等. 胡麻/大豆间作体系下施氮对胡麻干物质积累和产量的影响[J]. 中国油料作物学报,2015,37(4):489-497.
- [18] 卢成达,郭志利,李阳,等. 旱地玉米间作马铃薯模式不同行比配置生理生态及经济效应研究[J]. 中国农学通报,2015,31(33):67-73.

## Effect of Different Intercropping Planting Patterns on Agronomic Traits, Dry Matter Accumulation and Yield of Broomcorn Millet

CAO Xiao-ning, WANG Jun-jie, LIU Si-chen, CHEN Ling, WANG Hai-gang, QIAO Zhi-jun  
(Institute of Crop Germplasm Resources of Shanxi Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Crop Gene Resources and Germplasm Enhancement on Loess Plateau, Ministry of Agriculture/Shanxi Key Laboratory of Genetic Resources and Genetic Improvement of Minor Crops, Taiyuan, Shanxi 030031)

**Abstract:** In order to promote the health and sustainable development of drought dryland farmland ecosystem of northwestern of Shanxi province, the influence on yield of broomcorn millet about three interplanting ways was compared including soybean// broomcorn millet, adzuki bean// broomcorn millet and single cropping. The results showed that the dry matter accumulation of soybean// broomcorn millet and adzuki bean// broomcorn millet processing was higher than single cropping, and the late growth period was the most significant; Intercropping had significantly influence on SPAD of broomcorn millet, and intercropping treatment was higher than single cropping, soybean// broomcorn millet reaching highest; the yield by intercropping was much higher than single cropping, and soybean// broomcorn millet processing was the highest, which stated soybean// broomcorn millet was a better production mode of intercropping.

**Keywords:** broomcorn millet; dry matter accumulation; intercropping