



刘文林,张宏纪,孙岩,等.栽培密度对麦茬复种大豆产量及品质的影响[J].黑龙江农业科学,2021(12):11-14.

# 栽培密度对麦茬复种大豆产量及品质的影响

刘文林<sup>1</sup>,张宏纪<sup>1</sup>,孙岩<sup>1</sup>,唐婧泉<sup>1</sup>,杨淑萍<sup>1</sup>,张宝辉<sup>2</sup>,李文福<sup>3</sup>,孙丹<sup>1</sup>

(1.黑龙江省农业科学院作物资源研究所,黑龙江哈尔滨 150086;2.内蒙古呼伦贝尔市特泥河农牧场,内蒙古呼伦贝尔 021000;3.水发国兴(内蒙古)农业科技有限公司,内蒙古呼和浩特 137400)

**摘要:**为了探讨黑龙江省第一积温区麦茬复种早熟大豆的效益,提高土地利用率和农民的收入,选用万仓5号大豆品种进行麦茬复种试验,大豆分别采用54.0万、61.5万和70.5万株·hm<sup>-2</sup>的种植密度,调查大豆生长发育状况,测定主要产量性状和籽粒的蛋白质与脂肪含量。结果表明:不同密度对大豆株高、分枝数与荚数的影响没有达到极显著水平,主茎节数之间达到极显著水平。不同种植密度间大豆籽粒蛋白质和脂肪含量有差异,但未达到显著水平。万仓5号种植密度大于61.5万株·hm<sup>-2</sup>时,产量可达到1500 kg·hm<sup>-2</sup>以上。2020年在大庆市设置的3个龙辐麦1号后茬复种早熟大豆万仓5号的示范试验点均取得了可观的经济效益。

**关键词:**早熟小麦;复种;早熟大豆;产量;品质

黑龙江省是我国重要的商品粮基地,主要种植大豆、玉米、水稻和小麦等作物,种植结构为一年一茬,种植收益较低。随着全球气候变暖,黑龙江省有效积温和活动积温增加,无霜期延长<sup>[1]</sup>,为复种其他作物提供了必要条件。黑龙江省小麦复种开始于1968年,主要是麦茬复种白菜,后续探索出瓜菜复种、薯菜复种,形成了用地与养地相结合的栽培模式。同时也有小麦间套种绿肥和小麦套种大豆、高粱、玉米、马铃薯等栽培模式<sup>[2]</sup>。

据统计黑龙江省南部地区(哈尔滨周边、大庆、安达等)有效积温提高90℃左右<sup>[1]</sup>。春小麦收获后,多数土地闲置,造成光、热和水资源严重浪费,耕地裸露期过长,土壤风蚀严重,导致生态环境恶化。或者春小麦收获后,多年来一直种植蔬菜<sup>[3-6]</sup>。复种蔬菜虽能够提高农民的收入,但会造成蔬菜积压,销售困难,经济收益下滑。并且蔬菜不易保存,窖贮成本高,损失大,直接影响收入。

近年来,随着早熟、多抗、高产、优质春小麦品种的育成以及栽培水平的提高,采用上茬种植超早熟高产优质的小麦,麦收后种植早熟大豆,将过

去种植一茬粮食作物变成两茬,提高了土地利用效率,可为农民带来可观的经济效益<sup>[7-13]</sup>。龙辐麦1号的超早熟特性,决定其可以与大豆进行复种,且龙辐麦1号属于强筋小麦品种,生产出的面粉色泽自然,适合烹饪面条、饺子和面包等面食。万仓5号为超早熟高蛋白大豆品种,生育期极短。本研究采用高产优质超早熟小麦龙辐麦1号为前作,收获后复种早熟大豆万仓5号,研究不同种植密度下大豆的产量与品质,以期春小麦下茬复种大豆高产优质生产提供依据,创建早熟小麦复种大豆的技术体系,实现在高纬度地区一年两熟,提高农民的经济收入。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

小麦选用超早熟高产优质龙辐麦1号,生育期75 d左右,适宜黑龙江省低洼易涝、沿江坝外地和复种蔬菜的种植。大豆选用早熟大豆万仓5号,该品种生育期80~90 d,为黑龙江省第六积温带种植的优良品种。

### 1.2 方法

1.2.1 龙辐麦1号的种植及田间管理 小麦播种日期为2020年3月30日,适时抢播。采用平播,行距15 cm,保苗600万株·hm<sup>-2</sup>。6月6日抽穗,7月15日用联合收割机收获,茎秆粉碎还田,旋耕起垄,达到待播大豆状态。小麦播种时施底肥,施

收稿日期:2021-09-27

基金项目:黑龙江省农业科学院“农业科技创新跨越工程”专项(HNK2019CX04);“十三五”国家重点研发计划(2016YFD0102101);黑龙江省农业科学院科技攻关项目。

第一作者:刘文林(1976—),男,硕士,助理研究员,从事小麦生物技术和遗传育种研究。E-mail:2533383054@qq.com。  
通信作者:张宏纪(1969—),男,博士,研究员,从事小麦遗传育种研究。E-mail:fumai@163.com。

尿素 208.5 kg·hm<sup>-2</sup>,磷酸二铵 261.0 kg·hm<sup>-2</sup>,钾肥 130.5 kg·hm<sup>-2</sup>。三叶期压青苗及喷施苯磺隆和 2,4-D 异辛酯,除阔叶杂草,5~6 叶期喷施炔草酯除禾本科杂草<sup>[13-14]</sup>。

1.2.2 万仓 5 号的种植密度试验 大豆播种时间为 2020 年 7 月 19 日,地点为哈尔滨市民主乡国家现代农业科技示范展示基地。采用双垄平播密植方式,垄上 5 条,密度分别为 54.0 万、61.5 万和 70.5 万株·hm<sup>-2</sup>,其代号分别为 A1、A2、A3,3 次重复,每个处理播种 16 垄,垄长 30 m。播后封闭处理 1 次,苗后灭草 1 次,中耕管理 1 次。

1.2.3 龙辐麦 1 号复种万仓 5 号的试验示范 2020 年在黑龙江省大庆市大同区的万仓谷物合作社、纪达农机合作社和祝三乡农民的试验地设置了 3 个试验点,进行龙辐麦 1 号复种万仓 5 号大豆试验示范。面积分别为 6.67、12.00 和 6.67 hm<sup>2</sup>,前茬种植龙辐麦 1 号,收获后及时整地施底肥。大豆品种万仓 5 号播种期分别为 7 月 15、20 和 26 日,种植密度均为 30 万株·hm<sup>-2</sup>,常规管理,成熟后适时收获,实收计产。

表 1 种植密度对万仓 5 号农艺性状的影响

处理	株高/cm	主茎节数	分枝数	一粒荚	二粒荚	三粒荚	四粒荚
A1	57.8±6.6 Aa	8.9±1.4 Aa	0.3±0.7 Aa	3.1±1.5 Aa	5.0±2.4 Aa	4.6±2.6 Aa	0.7±0.9 Aa
A2	58.0±5.6 Aa	8.0±1.1 Bb	0.1±0.4 Aa	2.1±1.9 Aa	4.8±2.2 Aa	4.5±1.9 Aa	0.5±0.7 Aa
A3	55.6±7.4 Aa	8.0±1.0 Bb	0.1±0.3 Aa	2.4±1.5 Aa	4.5±1.9 Aa	4.0±2.0 Aa	0.4±0.8 Aa

注:不同大小写字母分别代表 0.01 和 0.05 水平差异显著,下同。

2.1.2 产量及相关性状 由表 2 可以看出,随着栽培密度的增加,单株粒数减少,单株粒重降低,并且 A1 和 A3 处理的单株粒数存在显著差异。此外,种植密度对百粒重和产量也存在影响,A1 百粒重最大(17.3 g);产量随着种植密度的增加而增加,A3 产量最高(1 572.8 kg·hm<sup>-2</sup>)。可以看出,万仓 5 号属耐密品种,适宜增加栽培密度,有可能获得较高产量。

表 2 种植密度对万仓 5 号产量及相关性状的影响

处理	单株粒数	单株粒重/g	百粒重/g	产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )
A1	30.6±9.0 a	5.0±1.7 a	17.3±0.6 a	1378.5±24.4 a
A2	29.4±6.1 ab	4.6±1.1 ab	16.5±1.0 a	1501.5±9.9 a
A3	24.9±6.9 b	4.1±1.3 ab	16.5±0.3 a	1572.8±30.4 a

1.2.4 测定项目及方法 田间调查大豆生长发育状况,成熟后,每个小区随机选取 20 株,进行考种。测定大豆株高、主茎节数、有效分枝数、单株荚数、单株粒数、单株粒重和百粒重。小区实收计产,进行统计分析。籽粒蛋白含量和脂肪含量按照常规方法测定。

1.2.5 数据分析 数据分析采用 Excel 2010 和 DPS 3.0 软件分析。

2 结果与分析

2.1 不同栽培密度对万仓 5 号大豆农艺和产量性状的影响

2.1.1 农艺性状 由表 1 可以看出,不同种植密度处理的万仓 5 号植株高度有所差异,但不显著。其中,A2 处理下的株高最大(58.0 cm)。A2 和 A3 处理的主茎节数极显著低于 A1。相较于 A1 处理,A2 和 A3 处理的分枝数和一粒荚都有降低,但差异不显著。二粒荚、三粒荚和四粒荚的荚数均随着种植密度的增加而减少,但处理间没有达到显著水平。最低种植密度的 A1 处理单株荚数最高。

2.2 不同栽培密度对万仓 5 号籽粒蛋白质和脂肪含量的影响

由表 3 可知,不同栽培密度间大豆籽粒蛋白质和脂肪含量均有所差异,但未达到显著水平。其中,A2 处理蛋白质和脂肪含量均为最高,分别为 42.0%和 17.9%。栽培密度增加或者降低时,蛋白质和脂肪含量均降低,A3 处理蛋白质和脂肪含量分别为 41.8%和 17.5%。A1 处理蛋白质和脂肪含量分别为 41.6%和 17.8%。

表 3 种植密度对万仓 5 号蛋白质和脂肪含量

处理	蛋白质含量/%	脂肪含量/%
A1	41.6±0.56 a	17.8±0.01 a
A2	42.0±0.28 a	17.9±0.05 a
A3	41.8±0.76 a	17.5±0.37 a

2.3 龙辐麦 1 号复种万仓 5 号示范结果

万仓 5 号在大庆市 3 个试验地都能正常成熟。其中,万仓谷物合作社大豆产量达到 1 500 kg·hm<sup>-2</sup>,纪达农机合作社大豆产量为

1 050 kg·hm<sup>-2</sup>,祝三乡农民田地大豆产量为 1 125 kg·hm<sup>-2</sup>(表 4)。试验表明,万仓 5 号可作为麦茬复种的大豆品种,7 月中旬左右播种,霜前均能正常成熟。

表 4 万仓 5 号在大庆市大同区不同地点试验示范情况

试验地点	试验面积/hm <sup>2</sup>	收获日期/(月-日)	株高/cm	单株粒重/g	产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )
万仓谷物合作社	6.67	10-23	58.8±4.5 a	5.0±1.7 a	1500±12.5 a
纪达农机合作社	12.00	11-03	53.0±3.3 b	4.6±1.1 b	1050±9.8 b
祝三乡农民田地	4.67	10-27	59.0±5.5 a	4.9±1.3 a	1125±11.5 a

2.4 不同栽培密度大豆效益分析

据测算,前茬小麦产量可达 3 750 ~ 4 500 kg·hm<sup>-2</sup>,复种大豆产量达 1 378.5 ~ 1 572.8 kg·hm<sup>-2</sup>,可增加经济收入 7 080.30 ~

7 921.50 元·hm<sup>-2</sup>(表 5),效益高于单独种植小麦或大豆的经济效益。另外,种植大豆能改善土壤理化结构,提高土壤肥力,可为下茬提供良好的耕作条件。

表 5 不同复种模式下大豆经济效益

处理	产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )	效益/(元·hm <sup>-2</sup> )	播种量/(kg·hm <sup>-2</sup> )	种子费用/(元·hm <sup>-2</sup> )	纯效益/(元·hm <sup>-2</sup> )
A1	1378.5	7995.30	91.5	915.00	7080.30
A2	1501.5	8709.00	104.3	1043.00	7666.00
A3	1572.8	9121.50	120.0	1200.00	7921.50

注:大豆商品粮按 5.80 元·hm<sup>-2</sup>,种子按 10.00 元·kg<sup>-1</sup>计算。

3 讨论

近年来,随着全球气候变暖,无霜期延长,有效积温增加,高纬寒地由原来一年一茬作物的农作制度逐渐发展出麦菜复种和小麦复种饲料油菜等多种模式<sup>[14]</sup>,提高了土地利用率,增加了经济效益。2017 年黑龙江省农业科学院作物资源研究所从黑龙江省北部引进早熟大豆品种,进行早熟小麦复种大豆模式试验,经过几年的研究,筛选出适合复种的大豆品种,使得小麦和大豆均能正常成熟。上茬种植龙辐麦 1 号属超早熟高产优质品种。该品种生育期 75 d,比一般小麦早 10 ~ 15 d 成熟,一般 7 月中旬收获,可利用 60 ~ 90 d 的有效积温种植另一茬农作物。下茬种植的万仓 5 号为超早熟高蛋白品种,属于高纬度地区种植大豆品种,生育期极短,常用于灾年补种品种。随着现代机械化水平提高,可以实现小麦收割后,及时进行耕整地和播种作业,实现“收获-整地-播种”的有序衔接,提高了工作效率,保证了麦豆复种有效时机,可实现小麦和大豆双丰收,提高土地利用率,增加经济效益。

本研究万仓 5 号设置了 54.0 万,61.5 万和 70.5 万株·hm<sup>-2</sup> 共 3 种栽培密度,随着密度的增加,大豆产量逐渐增加,保苗密度 70.5 万株·hm<sup>-2</sup> 时,大豆产量最高,不能完全推断出大豆种植密度继续增加,产量是否还会增加或者降低,是否还会增加或减少经济效益,这是本项研究的不足之处,后续可以适当加大种植密度,增加播种量,探索出最佳的种植密度,使种植户获得最大经济效益,发挥品种的最大潜能。

从黑龙江省大庆市麦-豆复种效果来看,3 个试验示范地点在 2020 年均获得了成功,并取得了较好的经济效益。示范试验结果发现,万仓谷物合作社的大豆产量最高,而纪达农机合作社和祝三乡农民田地大豆产量较低,其原因可能与万仓谷物合作社小麦收获较早,及时整地抢播大豆有关,并且在大豆播种时采用坐水种植,土壤墒情好,加快了大豆出苗进程,能充分利用大豆生长前期 7 月和 8 月的高温天气,促进生长发育,快速进入到生殖生长,缩短生育周期,充分发挥了大豆增产潜力。而播种过晚,出苗也将会变晚,尤其大豆

生长进入中后期(9—10月入秋后),天气转凉,生长速度变慢,就会延长生育周期,使籽粒变小,饱满度下降,产量下降。因此,在复种大豆的时候,抢先播种大豆,保证提前出苗,是确保稳产和丰产的关键因素。

#### 4 结 论

本研究选用万仓 5 号大豆品种和龙辐麦 1 号进行小麦-大豆复种试验,发现随着大豆种植密度的增加,大豆产量逐渐增加,种植密度在  $61.5 \text{ 万株} \cdot \text{hm}^{-2}$  以上,产量可达到  $1\,500 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  以上。在黑龙江省大庆市大同区 3 点试验示范过程中,均获得成功,获得小麦和大豆双丰收,并取得了良好的经济效益,可为黑龙江省第一积温区小麦复种大豆生产提供理论依据。

#### 参考文献:

[1] 杜春英,宫丽娟,张志国,等.黑龙江省热量资源变化及其对作物生产的影响[J].中国农业生态学报,2018,26(2):242-245.

[2] 张海龙.安达市小麦栽培历史与套复种技术发展探析[J].现代农业科技,2020(5):45-48.

[3] 张忠斌.春小麦-秋白菜复种栽培技术[J].现代农业科技,2018(15):26-27.

[4] 巩健强.小麦下茬复种大白菜栽培技术[J].现代农业,2020(4):49.

[5] 马晓峰.春小麦套种复种及复栽栽培技术[J].现代农业科技,2016(10):47-48.

[6] 刘剑珍.小麦复种向日葵高产栽培技术模式[J].现代农业,2018(5):49.

[7] 铁岭地区农业科学研究所.铁岭地区耕作改制的几种栽培形式[J].辽宁农业科学,1977(6):1-11.

[8] 杨德忠.辽宁发展夏播大豆生产可行性分析[J].大豆通报,1993(4):3-5.

[9] 赵柏青.以小麦为前茬下茬复种是我省高效农业的可行之路[J].农业经济,1995(6):33-34.

[10] 庄陆,王术,王伯伦,等.沈阳地区春小麦下茬复种大豆品种产量与品质的比较[J].大豆科学,2010,6(29):424-428.

[11] 王海伟,苏志芳,刘双禄,等.河套地区麦后复种大豆的产量形成与品质特性比较[J].大豆科学,2017,3(36):233-236.

[12] 刘文林,张宏纪,孙岩,等.小麦新品种龙辐麦 23 及栽培技术[J].黑龙江农业科学,2019(2):89-90.

[13] 谭娟,吕晓丽,蔡鑫鑫,等.不同密度和栽培方式对大豆品种黑河 50 产量及相关农艺性状的影响[J].黑龙江农业科学,2013(10):20-23.

[14] 刘明,李炜,毕影东,等.黑龙江省早熟作物复种饲料油菜研究进展[J].黑龙江省农业科学,2016(8):142-144.

## Effects of Planting Density on Yield and Quality of Multiple Cropping Soybean After Wheat

LIU Wen-lin<sup>1</sup>, ZHANG Hong-ji<sup>1</sup>, SUN Yan<sup>1</sup>, TANG Jing-quan<sup>1</sup>, YANG Shu-ping<sup>1</sup>, ZHANG Bao-hui<sup>2</sup>, LI Wen-fu<sup>3</sup>, SUN Dan<sup>1</sup>

(1. Institute of Crop Resources, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China; 2. Tenihe Farm, Hulunbuir, Inner Mongolia, Hulunbuir 021000, China; 3. Shuifa Guoxing (Inner Mongolia) Agricultural Technology Limited Company, Hohhot 137400, China)

**Abstract:** In order to explore the technical system of multiple cropping when following wheat with early-maturing soybean in the first accumulated temperature area of Heilongjiang Province, to improve land use efficiency and farmers' income, the experiment of multiple cropping of Wancang 5 was carried out, the growth and development of soybean were investigated with different planting densities of 540 000, 615 000 and 705 000 plants·hm<sup>-2</sup>; Protein and fat contents of soybean grains and the main yield traits were determined. The results showed that the effects of different densities on plant height, branch number and pod number were not significant, but the effects on node number of main stem was significant. The protein and fat contents of soybean grains were different between different planting densities, but not significant. The planting density of Wancang 5 was more than 615 000 plants·hm<sup>-2</sup>, and the yield could reach more than 1 500 kg·hm<sup>-2</sup>. In 2020, three demonstration test sites of Longfumai 1 multiple-cropping early-maturing soybean Wancang 5 were set up in Daqing city, and considerable economic benefits were obtained.

**Keywords:** early maturing wheat; multiple cropping; early maturing soybean; yield; quality