

河套地区麦后复种大豆的产量形成与品质特性比较

王海伟<sup>1</sup>, 苏志芳<sup>1</sup>, 刘双禄<sup>1</sup>, 王靖<sup>1</sup>, 崔超<sup>1</sup>, 邸娜<sup>1</sup>, 邬亚青<sup>2</sup>, 李亚珍<sup>1</sup>

(1. 河套学院, 内蒙古 巴彦淖尔 015000; 2. 内蒙古云海秋林畜牧有限责任公司, 内蒙古 巴彦淖尔 015000)

**摘要:**为探讨河套地区麦后复种不同大豆品种的产量形成和品质特性, 增加单位面积耕地的经济效益, 促进当地农业种植模式调整, 本试验用黑河 35、黑河 44、黑河 49 极早熟大豆品种进行麦后复种试验, 设覆膜和未覆膜 2 种复种处理, 大豆生长发育期内调查测定其主要产量相关性状和籽粒蛋白质含量。结果表明: 同一大豆品种的相同时期覆膜种植的大豆株高、小花数、成荚率、单株籽粒干重、百粒重和产量都高于或显著高于未覆膜的。覆膜种植黑河 49 的株高、小花数最高, 分别达 40.87 cm 和 35.86 个; 覆膜种植黑河 44 的豆荚数最多、成荚率最高, 分别达 15.98 荚和 44.60%; 覆膜黑河 44 的单株籽粒干重、百粒重和产量最高, 分别达 6.53 g、13.71 g 和 1 469.3 kg·hm<sup>-2</sup>, 显著高于未覆膜种植的 3 个品种。麦后复种大豆的籽粒蛋白质含量显著低于春种大豆, 且覆膜处理高于未覆膜。覆膜种植黑河 44 和黑河 49 较其它处理表现优良, 是河套地区较好的麦后复种大豆品种。

**关键词:** 复种; 大豆; 干物质; 产量; 品质  
**中图分类号:** S565.1      **文献标识码:** A      **DOI:** 10.11861/j.issn.1000-9841.2017.02.0233

Yield and Quality Characteristics of Multiple Cropping Soybean after wheat in Hetao Area

WANG Hai-wei<sup>1</sup>, SU Zhi-fang<sup>1</sup>, LIU Shuang-lu<sup>1</sup>, WANG Jing<sup>1</sup>, CUI Chao<sup>1</sup>, DI Na<sup>1</sup>, WU Ya-qing<sup>2</sup>, LI Ya-zhen<sup>1</sup>

(1. Hetao College, Bayannur 015000, China; 2. The Company of Yun Hai Qiu Lin Inner Mongolia, Bayannur 015000, China)

**Abstract:** In order to study the yield and quality characteristics of multiple cropping different soybean varieties after wheat in the Hetao area, increase economic benefit per unit area, promote the adjustment of cropping structure. In this experiment, Heihe 35, Heihe 44 and Heihe 49 were tested with multiple cropping, seted two kinds of plastic mulching and without film mulching processing, to investigate its soybean protein content and main traits on yields. The results showed that the same soybean varieties with mulching planting on plant height, flower number, podding rate, grain dry weight, 100-seed weight and yield were higher or significantly higher than no mulching in the same period. The height and floret number of Heihe 49 with mulching planting were highest, up to 40.87 and 35.86 cm respectively. Mulching planting of Heihe 44 is highest in pod number and podding rate, up to 15.98 pods and 44.60%; grain dry weight, 100-seed weight and yield was the highest of 6.53 g, 13.71 g and 1 469.3 kg·ha<sup>-1</sup> and significantly higher than other 3 varieties without mulching planting. The grain protein content of soybean after wheat was significantly lower than sowed in spring, and mulching treatment was higher than no mulching. The results showed that the mulching planting of Heihe 44 and Heihe 49 were better than other treatments, suitable for growing in Hetao area multiple cropping after wheat.

**Keywords:** Multiple cropping; Soybean; Dry matter; Yield; Quality

巴彦淖尔市地处河套平原腹地, 土壤肥沃, 光热资源丰富, ≥ 10℃ 的年活动积温为 2 900 ~ 3 300℃, 无霜期 130 ~ 145 d, 属一熟有余两熟不足的地区<sup>[1]</sup>。近 3 年巴彦淖尔市的小麦播种面积稳定在 8.6 万 hm<sup>2</sup> 左右, 春小麦收获一般都在 7 月 15 ~ 25 日, 收获后还有 70 ~ 80 d 的光热资源可以利用<sup>[1-2]</sup>。随着产业结构的调整和小麦收购价格的提高, 小麦种植面积将逐年扩大, 选择适宜的下茬作物进行复种是充分利用光热资源、提高单位面积土地经济效益的重要措施之一<sup>[2-3]</sup>。大豆是一种含有丰富植物蛋白质、脂肪的粮油兼用作物, 也是人体

不可缺少的蛋白质主要来源, 大豆的秸秆、豆荚壳、豆叶等都含有较高的蛋白质也作为畜禽良好的饲料<sup>[3-5]</sup>。大豆根瘤菌能进行生物固氮, 大豆的大量落叶和根茬能增加土壤中的氮素, 还可提高土壤有机质含量, 改善土壤结构, 因此麦后复种大豆的生态效益也非常显著<sup>[6]</sup>。本试验以引自黑龙江的 3 个极早熟大豆品种为春小麦下茬, 探索河套地区麦后复种大豆的产量形成过程, 不同复种处理对其产量和品质的影响, 以期为该地区春小麦下茬复种大豆品种的引进和推广提供理论依据。

收稿日期: 2016-11-12  
基金项目: 河套学院校企合作项目 (HTXYZXQ13002)。  
第一作者简介: 王海伟 (1985 - ), 男, 硕士, 讲师, 主要从事作物高产栽培研究。E-mail: wanghaiwei200803@163.com。  
通讯作者: 李亚珍 (1962 - ), 女, 教授, 主要从事作物高产生理、作物遗传育种研究。E-mail: 1482763473@qq.com。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于2014年在巴彦淖尔市临河区内蒙古云海秋林公司乌兰图克基地(N40°54′,E107°33′)、2015年在河套学院气象站试验地(N40°45′,E107°25′)和临河区二十一团试验地(N40°50′,E107°26′)进行。试验采用裂区试验设计,主区为黑河44(A1)、黑河49(A2)、黑河35(A3)3个极早熟大豆品种,副区为覆膜种植(T1)与不覆膜种植(T2)2种处理,密度均为22.5万株·hm<sup>-2</sup>,小区面积8m<sup>2</sup>,3次重复,并以3个品种未覆膜春播的产量和籽粒蛋白质含量为对照(CK)。小麦收获后立即灭茬整地,两年试验均于7月19、20日播种,播后立即灌出苗水,其它栽培管理同一般大田,霜后延迟到10月中旬收获。

1.2 测定项目与方法

适时调查作物的生长发育期状况,脱粒,测产,考种,测定籽粒的蛋白质含量。大豆开花后每小区随机挑选15株大豆标记,测定其株高,豆荚数、小花数等进行调查记录。干物质测定:大豆鼓粒期从9月19日开始每隔5d,每小区随机挑选3株取样测定其单株豆荚数、单株鲜重、豆荚鲜重、豆鲜重,各株籽粒放入烘箱,105℃杀青30min,65℃烘干至恒重后称重,测定籽粒干重。收获每小区标记的15株测定其产量相关因素并理论计算产量,研磨粉碎过60目筛后测定大豆籽粒蛋白质含量<sup>[7-8]</sup>。用2015年的两点试验数据平均值对产量形成进行统计分析,百粒重、产量以2年收获时的数据平均值进行分析。

籽粒蛋白质含量按照GB5009.5-2010中凯氏定氮法测定。

1.3 数据分析

采用Excel 2003软件进行数据整理作图,SPSS 17.0软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 株高、小花数、豆荚数与成荚率的比较

由表1可以得出,麦后复种大豆不同品种的株高存在显著性差异,总体来看覆膜种植的各品种株高均高于未覆膜处理,覆膜种植黑河49株高最高达40.87cm,与未覆膜种植的3个品种存在显著性差异,裸地种植黑河35的株高最低,只有32.17cm,其中覆膜复种黑河35和黑河49的株高均显著高于

未覆膜的。覆膜的黑河44高于未覆膜处理,但未达到显著性差异。

表1 不同处理各大豆品种的植株性状比较

Table 1 Comparison of plant characters of soybean cultivars with different treatments				
处理 Treatment	株高 Height/cm	小花数 Floret number /个	豆荚数 Pod number /荚	成荚率 Podding rate /%
A1T1	37.44 ab	35.83 a	15.98 a	44.60 a
A2T1	40.87 a	35.86 a	14.13 ab	41.46 ab
A3T1	36.52 ab	29.75 bc	11.49 bc	38.62 b
A1T2	33.53 b	31.53 b	13.14 ab	41.67 ab
A2T2	35.33 b	34.50 ab	12.39 bc	35.91 c
A3T2	32.17 b	28.17 c	10.23 c	36.32 bc

不同字母代表0.05显著性水平。下同。  
Different letter denote significant different at 0.05 level. The same as below.

不同种植处理大豆开花盛期的小花数和豆荚数也存在显著性差异。覆膜种植的各大豆品种的小花数和豆荚数均高于未覆膜种植的。覆膜种植的黑河49和黑河44的小花数最高,显著高于其它处理,未覆膜黑河35小花数最少。覆膜种植的黑河44的成荚数最大,平均达15.98荚,与覆膜种植的黑河49差异不显著,但均显著高于与其它处理。

覆膜黑河44的大豆成荚率最高,最小的是未覆膜复种黑河35,且覆膜种植的各大豆品种成荚率都高于或显著高于未覆膜的。综合表1结果说明麦后复种大豆覆膜能明显增加大豆各品种的株高、成荚数和成荚率。

2.2 复种大豆不同处理的物质积累

2.2.1 大豆单株鲜重物质积累动态 图1表明,麦后复种不同大豆品种的单株鲜重呈单峰曲线变化,覆膜种植黑河49各时期的单株鲜重最大,黑河44次之,且峰值都显著高于未覆膜的对应品种,第三取样时期覆膜种植的各大豆品种单株鲜重均达到峰值,而未覆膜复种的单株鲜重峰值时间推迟,这可能与覆膜种植其水分、温度较高植株生长发育加快有关。生长后期由于大豆衰老成熟各品种的单株鲜重都迅速降低。

2.2.2 大豆单株籽粒鲜重物质积累动态 从图2看出,麦后复种不同大豆品种的单株籽粒鲜重呈先增加后降低的变化趋势,前4个取样时期各品种的单株籽粒鲜重迅速增加,而后迅速减小,其中覆膜复种黑河44单株鲜重峰值最大,覆膜的黑河49次之,且显著高于未覆膜的黑河44和黑河35的峰值,未覆膜复种黑河35的单株籽粒鲜重最低。覆膜复

种的各种大豆单株籽粒鲜重高于未覆膜的。

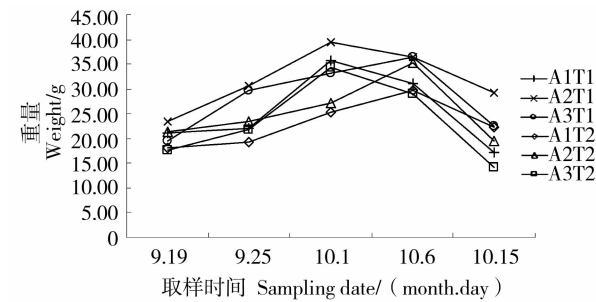


图1 不同种植处理大豆单株鲜重积累动态  
Fig.1 Change of fresh weight per soybean plant in different treatments

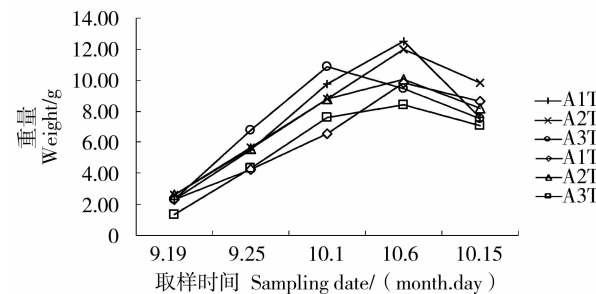


图2 不同种植处理大豆籽粒鲜重积累动态  
Fig.2 Change of seed fresh weight per soybean plant in different treatments

2.2.3 大豆单株籽粒干重物质积累动态 图3表明,麦后复种不同大豆品种的单株籽粒干重呈持续增加的变化趋势,覆膜复种黑河44各时期的单株籽粒干物质都较其它处理高,最大值达6.53 g,其次是覆膜的黑河49,单株籽粒干物质在收获期达6.08 g,二者差异不显著。未覆膜复种的黑河49和黑河35单株籽粒干物质最小,二者差异不显著。总体来看,覆膜复种的各大豆品种单株籽粒干物质高于或显著高于未覆膜的。

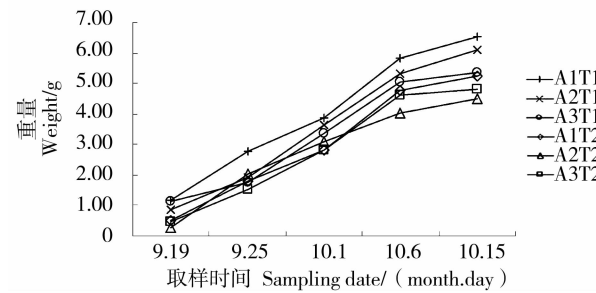


图3 不同种植处理大豆籽粒干物质积累动态  
Fig.3 Change of dry seed weight per soybean plant in different treatments

2.3 成熟期大豆籽粒蛋白质含量

由表2分析结果可知,麦后复种大豆不同种植处理对其籽粒蛋白质含量有显著影响,总体来看,

复种大豆籽粒蛋白质含量都显著低于对应对照原品种,且覆膜复种的高于未覆膜的。覆膜复种黑河44籽粒蛋白质含量最高,达35.26%,显著高于未覆膜的。未覆膜复种黑河49的籽粒蛋白质含量最低,约30.70%,覆膜复种黑河35籽粒蛋白质含量与未覆膜的差异不显著。

表2 麦后复种大豆不同种植处理的蛋白质含量  
Table 2 The protein content of soybean in multiple cropping soybean varieties (%)

处理	黑河 49	黑河 44	黑河 35
Treatment	Heihe 49	Heihe 44	Heihe 35
对照 (CK)	39.45 a	37.91 a	36.13 a
覆膜蛋白质含量			
Mulching	34.15 b	35.26 b	32.69 b
裸地蛋白质含量			
No mulching	30.70 c	32.67 c	31.61 b

2.4 复种大豆不同处理的产量分析

由表3结果可知,麦后复种3个大豆品种的单株籽粒干重、百粒重和产量都显著低于对应的春播对照品种。复种处理中,覆膜种植黑河44单株籽粒干物质和百粒重最大,分别达6.53和13.71 g,显著高于未覆膜种植的3个品种,而与覆膜复种黑河49的差异不显著。覆膜复种的黑河44产量最高,达1469.3 kg·hm<sup>-2</sup>,显著高于未覆膜的,与覆膜种植的黑河49差异不显著。复种产量最低的是未覆膜种植的黑河49与和黑河35,二者差异不显著。

表3 麦后复种大豆不同种植处理的籽粒产量  
Table 3 The yield of soybean in multiple cropping soybean varieties

处理	单株豆干重	百粒重	产量
Treatment	Dry grain weight	100-seed	Yield
	per plant/g	weight/g	/(kg·hm <sup>-2</sup> )
A1 CK	8.58 ab	17.56 a	1930.5 a
A2 CK	9.16 a	18.86 a	2061.0 a
A3 CK	7.16 bc	14.76 b	1611.0 b
A1T1	6.53 c	13.71 bc	1469.3 c
A2T1	6.08 cd	12.64 cd	1368.0 cd
A3T1	5.37 de	10.60 de	1208.3 d
A1T2	5.26 d	11.37 d	1183.5 d
A2T2	4.51 e	10.64 de	1014.7 e
A3T2	4.80 de	9.51 de	1080.0 de

3 结论与讨论

麦后复种由于作物生长有效积温所限,对品种的熟期要求极为严格,故生育期的长短是影响麦后

复种大豆产量的重要因素<sup>[9-10]</sup>。河套地区麦后复种黑河系列品种的株高、豆荚数、成荚率、百粒重、单株籽粒干重及产量都显著低于未覆膜春播对照处理,且覆膜复种大豆的单株籽粒干物质、百粒重和产量都高于未覆膜的,可能与大豆是短日照作物,北种南引,生长发育会提前<sup>[10]</sup>,入秋后天气渐凉,覆膜种植能够保温保墒促进大豆生长发育有关<sup>[11]</sup>。麦后复种各处理中覆膜种植黑河44和黑河49的单株粒重、百粒重及产量表现最优良。

麦后复种大豆的两种处理中籽粒蛋白质含量均低于春播对照的,其中覆膜的籽粒蛋白质含量显著高于未覆膜处理,复种处理中覆膜黑河44的蛋白质含量最高。说明覆膜种植有助于提高籽粒蛋白质含量。综合产量和品质分析结果,覆膜复种黑河44和黑河49物质积累较快、蛋白含量较高和产量表现优良,是河套地区较好的麦后复种大豆品种。春小麦复种大豆可以作为今后河套地区的推广种植模式,可充分发掘该地区全年的农业气候资源,提高土地利用效率,还有助于利用豆科作物根瘤菌改善土壤,并以复种效益调动农民种麦积极性,调整当地农业种植结构的同时促进大豆高产优质化生产<sup>[10,12]</sup>。

参考文献

[1] 韩成. 巴彦淖尔市冬麦复种试验初报[J]. 内蒙古农业科技, 2011(1):38-40. (Han C. Experiment in multiple cropping of winter wheat in Linhe district in Bayannur city[J]. Inner Mongolia Science Technology and Economy, 2011(1):38-40.)

[2] 王新亮,李亚珍,李翠萍,等. 河套地区麦后复种大豆的效益初析[J]. 内蒙古科技与经济,2002,S1:232-234. (Wang X L, Li Y Z, Li C P, et al. Analysis benefits of multiple cropping soybean in Hetao area[J]. Inner Mongolia Science Technology and Economy,2002,S1:232-234.)

[3] 张永强,张娜,唐江华,等. 密度对北疆复播大豆荚粒时空分布及产量形成的影响[J]. 大豆科学,2014,33(2):179-183. (Zhang Y Q,Zhang N, Tang J H, et al. Effects of planting density on yield formation and tempo-spatial distribution of pod and seed of summer soybean in North Xinjiang[J]. Soybean Science, 2014,33(2):179-183.)

[4] 马爱萍. 不同大豆品种主要农艺性状的测定与相关分析[D]. 济南: 山东师范大,2011,10-11. (Ma A P. Aanlysis of major

agronomic traits in different soybeans cultivars[D]. Jinan: Shandong Normal University,2011,10-13.)

[5] 宋薇薇,杜吉到,郑殿峰,等. 大豆干物质积累、分配规律的进展研究[J]. 大豆科学, 2008, 27(6): 1062-1066. (Song W W, Du J D, Zheng D F. et al. Research progress on dry matter accumulation and distribution rules of soybean population[J]. Soybean Science, 2008, 27(6): 1062-1066.)

[6] 裴晓峰,关大伟,李俊,等. 耐旱大豆根瘤菌的筛选及其接种效应[J]. 大豆科学, 2012, 31(3):420-424. (Pei X W, Guan D W, Li Jun,et al. Screening of drought-tolerance rhizobium and its influence on soybean[J]. Soybean Science, 2012,31(3): 420-424.)

[7] 汤复跃,陈渊,梁江,等. 大豆、木薯播期对间作大豆产量和主要农艺性状的影响[J]. 2012, 31(3):395-398. (Tang F Y, Chen Y, Liang J, et al. Effect of sowing dates on soybean yield and main agronomic characters under soybean intercropping with cassava[J]. Soybean Science,2012, 31(3):395-398.)

[8] 李亚杰,徐文修,张娜,等. 水氮耦合对滴灌复播大豆干物质积累氮素吸收及产量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2016, 34(5):79-84,90. (Li Y J, Xu W X,Zhang N, et al. Effects of different water nitrogen couplings on dry matter accumulation, nitrogen uptake and yield of summer soybean[J]. Agricultural Research in the Arid Areas,2016,34(5):79-84,90.)

[9] 王志新. 播期对不同生育期高油大豆油分 and 产量的影响[J]. 大豆科学, 2007, 26(6): 966-968, 965. (Wang Z X. Influence of sowing date on the oil and yield of different maturity high-oil soybean[J]. Soybean Science, 2007,26(6):966-968,965.)

[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, 29(3):424-428. (Zhang L, Wang S, Wang B L, et al. Comparison of yield and quality of soybean varieties following spring wheat at Shenyang [J]. Soybean Science,2010, 29(3):424-428.)

[11] 杨封科,王立明,张国宏. 甘肃旱作大豆全膜双垄种植的土壤水热及产量效应[J]. 应用生态学报,2013, 24(11):3145-3152. (Yang D K, Wang L M, Zhang G H. Effects of plastic film mulching with double ridges and furrow planting on soil moisture and temperature and soybean yield on a semiarid dryland of Gansu Province, Northwest China[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2013, 24(11): 3145-3152.)

[12] 王伟庆. 小麦复种大豆效益分析及其配套机械化栽培技术[J]. 宁夏农林科技,2015(6):8-9. (Wang W Q. An analysis of benefit of wheat multiple-cropping soybean and supporting mechanization cultivation technology[J]. Ningxia Journal of Agriculture and Forestry Science and Technology,2015(6): 8-9.)