

# 小麦大豆套种双高产的研究<sup>\*</sup>

鲁佩璋

(宁夏农学院农学系)

## 摘 要

麦田套种大豆,是我灌区干旱少雨、无霜期短、经济利用有利的自然资源—光、水、热夺取高产的重要途径。但能否获得理想的经济效益,关键在于选择好搭配品种和确定合理的套种比例。为此,在三年的试验中,对麦豆的主要生育时期进行了干物重、叶面积指数、净光合生产率及叶绿素含量等一系列生理指标的测定,并进行田间温、光、风速和 $\text{CO}_2$ 浓度的观测,结果表明,套种优于清种,而套种中又以宽行套种方式最佳,适于套种的小麦品种为永良四号,大豆有榆林大豆、铁丰八号等品种。

我区黄灌区地处西北边疆,属大陆性气候,干旱少雨(年降雨量仅190—230毫米),日照充足(年平均2800—3100小时)年平均气温8—9℃,4—9月 $\geq 10^\circ\text{C}$ 的积温为3200—3400℃,太阳辐射能强(148卡/厘米<sup>2</sup>/年),日较差大(约13℃),无霜期140—150天。耕作制度有稻旱轮作制与旱作轮作制两种。有黄河水灌溉,能满足作物生育期的需水要求,作物产量较高,素有塞上江南之美称。灌区农民早有小麦套种大豆的种植习惯,但由于小麦大豆品种搭配不当和两种作物套种的行比不宜而产量较低。

根据以上问题,本试验从1981—1983年用麦、豆不同品种及不同行比的套种方式,进行三年的探索,初步找出适于我区套种的麦豆良种及合理的套种行比。

## 一、试验材料与方法

参试小麦品种为永良四号,大豆有铁丰八号、榆林大豆、灵武园豆及当地大豆(作对照)。

试验设在本院实验农场,前茬小麦亩产800斤,播前进行土壤养分测定(表1)。

<sup>\*</sup> 本文承蒙沈阳农学院董钻教授审阅,我系主任王世敬同志修改。参加试验工作的有农82年毕业生赵怡红、马七一、农83年毕业生唐振华、沈翔同学及实验员梁平,在此一并致谢。  
本文于1985年1月12日收到。

表 1. 播前土壤养分测定结果

Table 1. Presowing determination of the soil nutrients

有 机 质 Organic substance (%)	全 氮 Total N (%)	全 磷 Total P (%)	速 效 磷 Quick-effective P (PPM)	水 解 氮 Hydrolytic N (PPM)	碳 酸 钙 CaCO <sub>3</sub> (%)
1.42	0.0991	0.0807	35.8	84.97	12.31

本试验共设四个处理：即清种小麦、清种大豆、宽行套种（小麦八行、大豆二行，以下简称宽套）、窄行套种（小麦四行、大豆一行，以下简称窄套），重复三次，随机排列。每重复清种小麦 18 行（宽 2.7 米、长 14 米），清种大豆八行，各品种种二行（宽 2.4 米、长 14 米）；宽套：小麦八行、大豆二行（麦带宽 1.2 米、长 14 米、豆带宽 0.6 米）；窄套：小麦四行、大豆一行（麦带宽 0.6 米、豆带宽 0.3 米），相间种植。

前作收后，秋施碳铵 50 斤/亩，春施土粪 8000 斤/亩。小麦于 3 月 5 日播种，亩播量 56 斤，等距播种，行距 15 厘米，播深 3—5 厘米，南北行向。大豆于 4 月 18 日播种，人工开沟穴播，每穴三粒，行距 30 厘米，穴距 15 厘米，播深 5 厘米。麦豆共生期间灌水三次，追肥二次，第一次于 4 月 23 日，当小麦二叶一心时，采用机播旱追肥，施尿素 30 斤/亩，第二次追尿素 8 斤/亩。大豆于 5 月 5 日间苗，5 月 25 日定苗。结合麦田根外追肥防蚜一次，每亩用乐果 4 钱、磷酸二氢钾 4 两、尿素 4 两兑水 30 斤混合喷施，中耕两次，麦田拔草一次。收获时，小麦单收单打，大豆清种及套种的当地品种因全部倒伏未单收，其余全部单收。

在麦豆共生期间进行下列项目的测定：

1. 大豆出苗后，对不同处理间地面，最高、最低温度及地下 5 厘米、10 厘米的地温进行定时定点观察。

2. 在大豆主要生育期：苗期、分枝期、始花期测定不同处理植株的干物重、叶面积指数、净光合生产率、叶绿素 a、叶绿素 b 及总叶绿素含量。

3. 用红外线 CO<sub>2</sub> 分析仪测定，麦豆清种与套种田中 CO<sub>2</sub> 浓度的变化，还进行光照强度、风速等项的测定，为不同处理间产量变化寻找理论依据。

## 二、试验结果与分析

### 1. 套种可充分利用本区自然资源，延长作物生长季节

套种可提高作物对光能的利用率。我区虽有丰富的光、热、水资源，但由于无霜期短，单种小麦只能利用 120 天的生育期，单种大豆也只能利用 140 多天，而银川地区历年无霜期平均在 150 天左右。故单种小麦或大豆，都不能充分利用有限的生长期。只有套种才能利用麦豆之间的播期不一，生长期长短不同，或熟期有先有后的有利条件，使生长期延长为 175 天。两作物配合种植，小麦生育前期有 40 天的单独生长期，大豆从开花、结荚到鼓粒成熟，约有 70 天的单独生长期，此时正是决定产量的关键时期。麦豆共生期只有 65 天，在共生期间两作物的生育特点（表 2）。

表 2. 麦豆共生期对应表

Table 2. Symbiotic contrast of the developmental stages of wheat and soybean

Date/month	10/5	30/5—5/6	13/6—10/7	12/7
小 麦 Wheaf	拔 节 期 Elongating	抽穗—开花 Heading—flowering	灌浆—蜡熟 Grain filling—waxy ripening	收 获 Harvest
大 豆 Soybean	出 苗 期 Emergence of seedlings	分 枝 出 现 Emergence of branches	开 花 Initial florescence	盛 花 Middle florescence

从表 2 可知，当小麦旺盛生长和产量形成的关键时期，大豆植株尚矮小，不仅对小麦无影响，还可形成一条通风道，通风透光良好，光照充足、水分养分都有利于麦、豆的生长发育。据1982年对套种小麦带内的各行小麦都进行产量分析，每行小麦均有边行优势，当大豆开花期进入生殖生长阶段时，小麦即将收获，更有利于大豆产量的形成，因此，套种的田间条件，均比麦、豆清种优越。

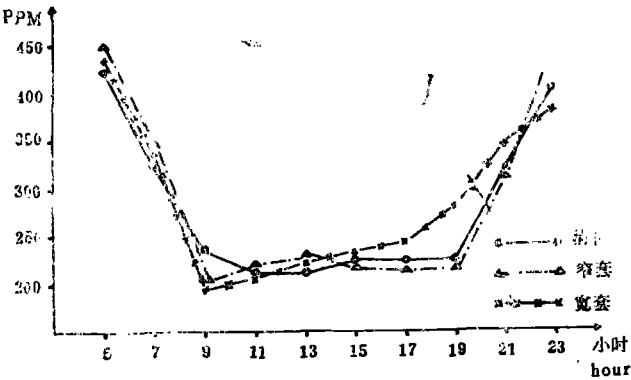


图 1. 不同处理间小麦 CO<sub>2</sub> 浓度的变化

Fig 1. Changes of CO<sub>2</sub> Concentration in wheat treated differently

—○— Single cropping  
△- - -△ Narrow intercropping  
×-×-×-× wide intercropping

2. 宽套能增加 CO<sub>2</sub> 浓度

83年6月2日和3日，用红外线气候分析仪，监测了大豆分枝期不同处理麦、豆行间 CO<sub>2</sub> 浓度在 24 小时内的变化（图 1、2）。

从图 1、2 中可以发现，无论哪种处理的麦、豆田中，从清晨 7 点以后均低于大气正常的 CO<sub>2</sub> 浓度，直到晚 19 点后，才得以恢复。但宽套处理，因带幅较宽，通风良好，故 CO<sub>2</sub> 浓度较清种和窄套处理有所提高。

3. 套种改善了田间小气候

由于套种改善了作物群体结构，致使田间小气候也发生了明显的变化，据 83 年 6 月 1 日和 8 日对小麦清种和套种处理的行间，分别测定光照强度，清种小麦在植株三分之二处的光照强度相当于自然光的 28.4%，而套种小麦相当于自然光的 39.1%，清种小麦底部相当于自然光的 22%，而套种小麦相当于自然光的 51.6%。6 月 27 日在大豆始花期以后，对不同处理的大豆也进行光照强度的测定，清种大豆底部光照相当于自然

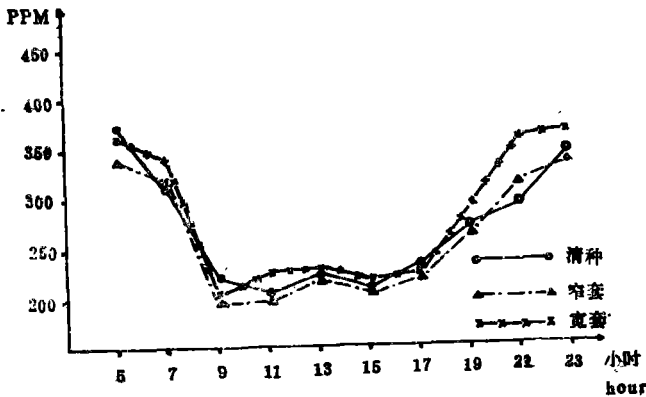


图 2. 不同处理间大豆 CO<sub>2</sub> 浓度的变化

Fig 2. Changes of CO<sub>2</sub> concentration in soybean treated differently

○——○ Single cropping  
△—·—·△ Narrow intercropping  
×—×—× Wide intercropping

光照的15%，而宽套大豆底部相当于自然光照的20.6%。

套种处理的温度，在共生期5月初观察，不同处理的地面温度，套种比清种大豆相差甚微，最高温度提高1.1℃，最低温度提高0.5—2.0℃。

6月1日和8日，对不同处理的小麦株间进行风速测定：清种小麦株间风速为0.12米/秒，窄套小麦株间风速为0.18米/秒，宽套小麦株间风速为0.17米/秒，6月27日又对不同处理的大豆株间进行测定，清种大豆株间风速为0.21米/秒，窄套为0.3米/秒，宽套为0.37米/秒，可见套种比清种的环境条件优越。

4. 不同种植方式对大豆各项生理指标的影响

一定的叶面积是获得作物高产的前提，以铁丰八号为例，分别在苗期、分枝期、始花期测定，大豆不同处理间的叶面积指数（表3）。

表 3. 大豆不同处理间叶面积指数比较

品种：铁丰八号

Table 3. Comparison of the leaf area index of soybean treated differently

Cultivar: Tie-feng 8

处 理 Treatment	苗 期 Seedling stage	分 枝 始 期 Early branching	分 枝 末 期 Late branching	始 花 期 Initial florescence
清 种 Single cropping	0.22	0.70	1.07	1.90
窄 套 Narrow intercropping	0.21	0.40	0.52	0.80
宽 套 Wide intercropping	0.21	0.69	1.15	1.95

由表 3 可见，分枝末期以后，宽套比窄套的叶面积指数增加一倍以上，为制造和积累干物质奠定良好基础。

6 月 21 日正值大豆分枝期和小麦灌浆期，对叶绿素 a、叶绿素 b 和总叶绿素含量进行测定（表 4）。

表 4. 不同处理间各品种叶绿素含量 单位：毫克/克鲜重

Table 4. The effect of different treatment on chlorophyll content of soybean varieties

	清 种 Single cropping				宽 套 Wide intercropping				窄 套 Narrow intercropping			
	叶绿素 a Chl a	叶绿素 b Chl b	总叶绿素 含量 Total amount	a/b	叶绿素 a Chl a	叶绿素 b Chl b	总叶绿素 含量 Total amount	a/b	叶绿素 a Chl a	叶绿素 b Chl b	总叶绿素 含量 Total amount	a/b
铁 丰 八 号 Tou-fen 8	0.469	0.718	1.182	0.66	0.389	0.774	1.163	0.50	0.330	0.520	0.650	0.84
灵武圆豆 Lin-wu-yuan	0.438	0.759	1.197	0.58	0.493	0.748	1.241	0.66	0.383	0.574	0.957	0.67
榆林大豆 Yu-lin	0.492	0.680	1.172	0.73	0.411	0.723	1.134	0.57	0.378	0.610	0.988	0.62
对 照 Control*	0.373	0.660	1.023	0.57	0.391	0.614	1.005	0.64	0.662	0.849	1.511	0.78

地方品种

\* The local variety

由表 4 可知，不论哪种处理或任何品种，其叶绿素 b 都比叶绿素 a 高，a/b 值都低，从总叶绿素含量看，窄套的当地品种最高为 1.512，其次为宽套的灵武圆豆。宽套中以铁丰八号、榆林大豆 a/b 值最低，窄套则以榆林大豆 a/b 值最低，从耐荫蔽的特性分析，榆林大豆和铁丰八号较适于套种，当地品种虽也耐荫，但由于蔓生，前期不便管理，后期又易感染菟丝子而减产。

不同处理间干物质积累也有明显差异，五次测定结果（表 5）

从表 5 可得如下结果：

（1）在苗期和分枝期，同一品种在不同处理间都以清种的干物质最重，其顺序为清种>宽套>窄套，而在分枝一始花期则以宽套>清种>窄套，其中又以宽套中铁丰八号的干物质积累最多。

（2）在分枝期以前，清种的干物重最高，但在分枝期以后，则以宽套的干物重增长最快，顺序为宽套>清种>窄套，充分说明宽套比清种和窄套处理，更有利于干物质积累。尤其在 7 月 1 日测定，除灵武圆豆增重较缓慢外，其余三个品种干重迅速增加。

通过以上一系列生理指标的测定及田间小气候的观察，以宽套方式最为理想，适于套种的小麦为永良四号，大豆有铁丰八号、榆林大豆、灵武圆豆等。

### 5. 麦豆套种提高了经济收益

小麦经过单收单打，其产量结果（表 6）。

表 5 大豆不同处理各品种干物重测定结果

单位: 克/米<sup>2</sup>

Table 5. The determination of dry matter content in soybean varieties treated differently

Unit: g/m<sup>2</sup>

测定日期 (日/月) Measuring date (Date/month)	清 种 Single cropping				宽 套 Wide intercropping				窄 套 Narrow intercropping			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
30/5	29.83	32.12	30.23	23.23	22.84	20.77	24.86	23.32	24.55	16.71	18.83	14.85
10/6	91.83	88.84	91.08	62.35	57.07	63.71	49.85	47.08	50.47	46.07	46.64	36.85
日 增 量 Diurnal increment	5.64	3.32	5.53	3.55	3.11	3.91	2.27	2.16	2.37	2.76	2.53	2.02
22/6	207.42	186.12	183.92	188.98	76.40	119.24	100.23	116.03	129.23	89.87	131.25	82.41
1/7	260.63	267.08	249.19	256.79	143.05	286.88	170.28	282.85	185.68	154.73	130.97	143.88
日 增 量 Diurnal increment	5.91	8.99	7.25	7.53	7.40	18.62	7.78	18.47	6.27	7.23		6.83

注 1. 灵武圆豆; 2. 铁丰八号; 3. 榆林大豆; 4. 当地品种。

Note: 1—Linwuyuan; 2—Tiefeng 8; 3—Yulin; 4—Local variety control

表 6. 不同处理小麦产量构成因素及产量比较

Table 6. Comparison of the output and yield components of wheat treated differently

	基本苗 (万) Number of seedling per mu (10 thou)	总茎数 (万) Total stems (10 thou)	成穗数 (万) Total ears (10 thou)	穗粒数 (个) Grains per ear (grain)	千粒重 (克) Dry wt. of 1000 grains (g)	折合亩产 (斤) Effective output per mu (jin)	产量比 (%) Relative output output (%)
清 种 Single cropping	45.80	94.80	40.00	26.20	41.50	940.40	100.00
窄 套 Narrow intercropping	46.00	96.00	41.60	30.90	43.10	1170.40	117.76
宽 套 Wide intercropping	46.00	95.20	41.20	29.00	42.40	1073.30	110.30

从小麦产量看, 凡套种的产量均比清种为高, 就小麦单产而言, 以窄套产量最高, 说明个体与群体都得到充分发展, 按小麦毛面积 (三分之二) 计算, 则宽套每亩可收 715.5 斤, 窄套每亩可收 780.3 斤。

大豆除清种因行距太窄倒伏及套种的当地品种全部倒伏落粒, 产量无法计算外, 其余均单收单打, 产量结果 (表 7)。

再从套种与清种小麦的实际产量和产值来分析比较 (表 8)。

由表 8 可知, 套种田与小麦清种田的产值比较, 除窄套处理铁丰八号少收 2.7 元外, 其

表 7. 不同套种方式大豆产量比较

Table 7. Comparison of the output of soybean treated differently

品 种 Cultivars	处 理 Treatment	小区面积 (米 <sup>2</sup> ) Plot area (m <sup>2</sup> )	小区产量 (斤) Plot output (jin)	折合亩产 (斤) Yield per mu (jin)	毛面积产量 (斤) Gross yield (jin)
榆 林 大 豆 Yulin	窄 套 Narrow	25.20	16.20	428.60	124.90
	宽 套 Wide	50.40	54.00	713.20	238.10
铁 丰 八 号 Tiefeng	窄 套 Narrow	25.20	12.10	320.10	238.10
	宽 套 Wide	50.40	40.30	533.10	177.70
灵 武 圆 豆 Linwuyuan	窄 套 Narrow	25.20	11.10	293.70	97.90
	宽 套 Wide	50.40	37.00	489.40	163.10

注：毛面积为三分之一亩  
Note: The gross area equals to 1/3 mu.

表 8 麦豆套种与清种小麦产量与产值的比较

Table 8. Comparison of the output and Price of the intercropping wheat and soybean

		宽 套 Wide			清种小麦 Single	窄 套 Narrow			清种小麦 Single
		小 麦 Wheat	大 豆 Soybean	合 计 Total		小 麦 Wheat	大 豆 Soybean	合 计 Total	
小麦套种榆林大豆 Wheat with Yu-lin	亩产量 (斤) output (jin)	715.50	238.10	953.60	940.00	780.00	124.90	905.20	940.00
	产值 (元) price (yuan)	178.90	83.30	262.20	235.00	195.10	43.70	238.80	235.00
小麦套种铁丰八号 Wheat with Teifeng 8	亩产量 (斤) output (jin)	715.50	177.70	893.20	940.00	780.30	106.70	887.00	940.00
	产值 (元) price (yuan)	178.90	62.20	241.10	235.00	195.10	37.30	232.40	235.00

Note: Wheat, 0.25 yuan per jin; soybean, 0.35 yuan per jin.

它套种处理都有所增加，虽然小麦产量减少一些，但套种大豆增加一定数量的植物蛋白质，对地力的消耗也有所缓和。

三、讨 论

从三年试验结果看，要获得麦豆双高产，必须抓住以下几个问题。

1，选择好麦豆两作物的搭配品种，1981年采用“斗地一号”小麦品种，因株高秆粗，叶

片宽而披散,生育期长,致使套种的大豆,因过于荫蔽而生长不良,从1982年改用小麦良种永良四号,该品种高矮适中,叶片窄而上冲,生育期比“斗地一号”短7天左右,适于套种。大豆应选择,前期生长较慢,且耐荫蔽,后期生长旺盛,株高80厘米左右,直立型,节数多,节间短,分枝适中,荚多,叶片上举,叶片较厚,叶片大小适中的中晚熟品种为佳,如铁丰八号、榆林大豆等。

2. 麦豆套种的行数比例,是套种获得双高产的关键,试验结果说明,宽套方式比较理想,因扩大了营养面积,改善了通风透光条件,增加 $\text{CO}_2$ 浓度,充分发挥边行优势,为小麦高产创造有利条件,而小麦又为大豆苗期防风增温起到屏障作用,大豆可适期早播,延长生育期,加之大豆行带较宽,麦豆在共生期间,具有一定空间,不致因小麦郁蔽而妨碍大豆的正常生长,小麦收后,大豆正值营养生长和生殖生长并进的旺盛生长期,环境条件的改变,增加了根系的吸收范围,防止落花落荚,提高有效荚数,增加粒重,从而达到增加经济收益的目的,而窄套方式,虽对小麦产量有所提高,但大豆前期过于荫蔽,严重影响其正常发育,产量低,不宜采用。

3. 套种应适当增加两作物的密度,因两作物相互搭配,相辅相成,都具有边际效应,故小麦每亩以50万穗左右,大豆每亩保苗1.4—1.5万株左右较适宜,但还应根据品种特性及土壤肥力条件灵活掌握。我们试验的密度偏低,特别是大豆的密度不够,品种的增产潜力尚未充分发挥,这一问题有待进一步研究解决。

### 参 考 文 献

- 〔1〕 黑龙江省农科院大豆研究所:中国农业科学,1976(3): 61.
- 〔2〕 董钻:辽宁省农业科学,1981,(3): 14—21.
- 〔3〕 常耀中:大豆科学,1983,(2): 132—139.
- 〔4〕 张荣贵等:中国农业科学,1979,(2): 40.

## HIGH YIELD OF WHEAT-SOYBEAN CROPPING SYSTEM

Lu Peizhang

(Department of Agronomy, Ningxia Agricultural College, Ningxia)

### Abstract

The most suitable cultivar and sowing plan for relay intercropping of wheat with soybean have been studied from 1981 to 1983. It is preliminarily considered that the most suitable wheat cultivar is Yongliang 4, the soybean varieties are Tiefeng 8 and Yulin etc. The most suitable sowing plan is wide belt relay intercropping. The width of sowing for wheat is 1.2m, for soybean is 0.6m. Every physiological standard is in advantageous level in this sowing plan.

The reasons to increase yield for wide belt relay intercropping were,

1) The temperature in topsoil of wide belt relay intercropping was higher than control for a certainty. For example, the highest temperature of wide belt relay intercropping was 1.1—1.6 C higher than control, the lowest temperature was 0.5—2°C higher than control.

2) The wind speed between the rows of wheat was increased by 41.6 per cent than control. The wind speed between the rows of soybean was increased by 76.2 per cent than control.

3) According to the results of testing concentration of carbon dioxide for each treatment, the treatment of wide belt relay intercropping had higher concentration of carbon dioxide than control in any testing time.

4) The treatment of wide belt relay intercropping had higher leaf area index in every development stages. For instance, the leaf area index of wide belt relay intercropping was 1.95 in the initiation of flower, which was as much as twice that of control at least.

5) Dry matter accumulation of soybean in wide belt relay intercropping was also much faster than control. For example, the speed and quantity of dry matter accumulation of soybean was higher than control, especially in Tiefeng 8.