

## 北疆春大豆中黄 35 公顷产量超 6 吨的栽培技术创建

王连铮<sup>1</sup>, 罗赓彤<sup>1,2</sup>, 王 岚<sup>1</sup>, 孙君明<sup>1</sup>, 战 勇<sup>2</sup>

(1. 中国农业科学院作物科学研究所, 农业部北京大豆生物学重点实验室, 北京 100081; 2. 新疆农垦科学院作物研究所, 新疆石河子 832000)

**摘 要:** 2008~2010 年连续 3 a 在新疆石河子地区以高产高油早熟大豆新品种“中黄 35”为载体, 采用大豆覆膜滴灌结合水肥同步的高产栽培技术, 创造了小面积产量超 6 000 kg·hm<sup>-2</sup>, 大面积产量超 4 500 kg·hm<sup>-2</sup> 的全国大豆高产纪录; 通过将肥料精确地随水滴入大豆根系区域, 减少了肥料的挥发和渗漏损失, 将水产比提高至 1:1.25~1:1.32; 氮肥利用率提高至 20%~25%, 磷肥利用率提高至 5%~10%, 实现了大豆田水肥耦合关键技术的突破; 另外, 通过化学调控技术的运用, 实现了光、热、水、土资源的有效利用, 达到高产高效和优质的目的。该项技术对提高我国的大豆单产和增加总产, 起到了有力的科技支撑和示范作用。

**关键词:** 大豆; 中黄 35; 高产栽培

**中图分类号:** S565.1

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-9841(2012)02-0217-07

## Development of Soybean Cultivation Technology with the Yield over 6 Tonnes per Hectare for Soybean Cultivar Zhonghuang 35 in Northern Xinjiang Province

WANG Lian-zheng<sup>1</sup>, LUO Geng-tong<sup>1,2</sup>, WANG Lan<sup>1</sup>, SUN Jun-ming<sup>1</sup>, ZHAN Yong<sup>2</sup>

(1. Institute of Crop Science, CAAS/MOA Key Laboratory of Soybean Biology, Beijing 100081; 2. Crop Research Institute, Xinjiang Reclamation Academy of Agricultural Sciences, Shihezi 832000, Xinjiang, China)

**Abstract:** Based on the soybean *cv.* Zhonghuang 35 as the material, the soybean yield records with 4.5 tonnes per hectare in the great area and 6.0 tonnes per hectare in the small area were developed by the cultivation technology with plastic-mulched culture, drip irrigation and synchronous supply of water and fertilizer in 2008-2010 at Shihezi of Xinjiang province in China. In this method, the fertilizer was accurately released to the soybean roots with the water, so the loss of fertilizer was decreased, the ratio of water to product reached at 1:1.25-1.32, the utilization ratio of nitrogen and phosphate fertilizer were increased to 20%-25% and 5%-10%, respectively. It concluded that a novel breakthrough for the water-fertilizer coupling technique was achieved. Otherwise, in this study the resources including light, temperature, water and soil were utilized effectively using the chemical control and the purposes of high yield, high efficiency and good quality was also reached in soybean production. This soybean cultivation method can provide a powerful technical support for the yield and total production of soybean in China.

**Key words:** Soybean; Zhonghuang 35; High yield cultivation

当前,我国面临粮食安全、生态安全与农民增收等多重挑战,特别是粮食安全形势严峻。大豆作为四大粮食兼油料作物之一,是我国开放贸易最早的农产品之一,也是受国际贸易冲击最严重的农作物。自入世以来,随着我国人们生活水平提高,畜牧业和渔业的迅速发展,大豆需求急剧增加,而大豆生产发展缓慢,全国大豆平均单产仅为 1.5~1.65 t·hm<sup>-2</sup> 左右,远远满足不了生产的需要,因此在我国大豆种植面积难以扩大的条件下,提高单产是增强我国大豆生产的主要途径。

大豆是需水量较多的作物之一,每生产 1 kg 干物质需水分 600~1 000 kg,按 40% 转化率计算,生产 1 kg 大豆籽粒耗水量达 1 300~2 200 kg。大豆

需水量随气候、土壤、肥力以及农业耕作措施的变化而变化。通常在相同条件下,土壤肥力高,合理密植,生长旺盛,光合作用效率高,干物质积累多时,生产 1 kg 干物质需水量可能降低,因此,提高单位干物质水分利用率成为旱作大豆栽培的关键问题<sup>[1]</sup>。

该文在干旱的新疆石河子棉区通过借鉴棉花的“密、矮、早、膜、节水滴灌、测土配方施肥、化学调控”等高产栽培先进技术,以高产高油大豆中黄 35 为载体,通过地膜覆盖技术的运用,以期验证“增温、保墒、增光、抑盐、灭草”五大生态效应和“早熟、增荚、粒大、优质”四大生物学效应;通过滴灌技术的运用,以期实现大豆田水肥耦合关键技术的突

收稿日期:2012-02-13

基金项目:中国农业科学院作物科学研究所中央级公益性科研院所基本科研业务费专项;国家科技计划(2011BAD35B06-3);农业科技成果转化资金项目(2008GB23260383)。

第一作者简介:王连铮(1930-),男,博士,研究员,从事大豆遗传育种与栽培研究。E-mail:wanglz@mail.caas.net.cn。

通讯作者:孙君明(1972-),男,博士,研究员,从事大豆遗传育种与栽培研究。E-mail:sunjim@mail.caas.net.cn。

破,达到精确地将肥料随水滴入大豆根系区域,减少肥料的挥发和渗漏损失;将化学调控技术融入大豆高产栽培技术体系中,以期实现“密、矮、早、膜”栽培技术集成,使大豆生育期间可充分、经济、有效地利用光、热、水、土资源,实现大豆高产、高效和优质的目标。

## 1 材料与方法

### 1.1 新疆石河子地区的生态条件

以新疆石河子地区 148 团和 143 团为代表的北疆棉区,位于东经  $80^{\circ}23'$  ~  $89^{\circ}34'$ ,北纬  $43^{\circ}48'$  ~  $46^{\circ}17'$ ,西至博乐、霍城,东到奇台,北至和布克塞尔

的 184 团,南到乌伊公路南沿,海拔 750 m 以下农区,属于典型的大陆性气候。1989 ~ 2010 年大豆生育期的 4 月下旬至 10 月上旬,  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  的活动积温为  $3\,500 \sim 3\,797.1^{\circ}\text{C}$ ,无霜期 170 d 左右,日照时数  $1\,650\text{ h}$ ,年蒸发量  $1\,645.5\text{ mm}$ ,4 ~ 10 月农作物生育期间降水量  $90.2\text{ mm}$ ,由天山雨雪水灌溉农田,属于灌溉绿洲农业(表 1)。该地区土壤属粘土、砂土、灌耕灰漠土,由于蒸发量大,pH 值在  $7.5 \sim 9.0$ ,偏碱性,有机质含量在  $1.0\%$  左右,缺氮少磷。由表 1 和表 2 可以看出,中黄 35 大豆所需的生育期和积温,该地区完全可以满足。2010 年由于化雪较晚,推迟播种 20 ~ 23 d,成熟期推迟至初霜后,对大豆产量有一定影响。

表 1 2008 ~ 2010 年与历年新疆石河子地区气象要素统计

Table 1 The statistic data of meteorological element in 2008-2009 and calendar year at Shihezi region of Xinjiang province

月份 Month	平均气温 Mean temperature/ $^{\circ}\text{C}$				降水 Precipitation/mm				日照时数 Sunshine duration/h			
	2010	2009	2008	1989 ~ 2010	2010	2009	2008	1989 ~ 2010	2010	2009	2008	1989 ~ 2010
4	10.0	14.6	13.1	11.7	10.3	8.9	32.5	13.0	276.8	275.9	268.2	235.8
5	10.0	19.1	22.7	19.0	12.9	14.7	41.3	15.5	340.5	313.4	352.1	277.4
6	24.5	23.3	25.6	24.0	23.5	25.1	20.0	14.1	309.2	307.3	318.0	283.9
7	25.2	25.2	26.5	25.5	4.4	16.0	13.5	17.8	297.6	334.7	341.5	288.1
8	23.0	22.8	23.7	23.4	5.2	5.3	42.9	11.2	254.7	320.0	320.6	290.2
9	17.8	17.1	17.8	17.0	2.7	10.2	8.9	9.0	263.1	248.9	276.7	254.3
10	9.2	10.1	10.3	7.5	17.1	10.6	13.0	10.2	198.6	225.8	233.5	200.0
合计 Total	3937.4	4043.2	44274.2	3918.4	76.1	98.8	172.1	90.8	1970.5	2025.9	2110.6	1829.7

气象资料由石河子气象站,148 团气象站提供。

The meteorological data were provided by the meteorological station of Shihezi and 148 regiment.

表 2 2008 ~ 2010 年中黄 35 大豆高产田生育期指标

Table 2 Index of the growth period for the soybean cv. Zhonghuang 35 in 2008-2010

年度 Year	播种期 Sowing	出苗期 Seedling	开花期 Flowering	结荚期 Podding	鼓粒期 Grain filling	成熟期 Mature	生育期 Growth duration/d	$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温 Total active accumulated temperature/ $^{\circ}\text{C}$
2008	4/25	5/5	6/9	7/3	7/24	9/16	133.0	3268.4
2009	4/22	4/29	6/2	7/2	7/25	9/20	144.0	3208.7
2010	5/15	5/27	7/4	7/13	8/15	10/15	141.0	3017.3

### 1.2 中黄 35 的生物学特性

2008 ~ 2010 年在新疆石河子地区种植中黄 35。每年 4 月中下旬播种,5 月上旬出苗,6 月上旬开花,7 月上旬结荚,8 月上旬鼓粒,9 月下旬成熟,生育期 142 d,  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  的活动积温为  $3\,208.9^{\circ}\text{C}$ 。该品种株高 93.2 cm,主茎节数 15 ~ 21 个,分枝数 0.4 个,单株结荚 40.7 个,单株粒数 107 粒,百粒重 21.6 g,叶圆形,种皮黄白色,黄脐,蛋白质含量 36.4%,脂肪含量 23.25%。成熟后荚皮黄褐色,亚有限结荚习性,抗灰斑病和花叶病毒病,耐肥水,抗

倒伏,不裂荚,落叶性好,是适宜北疆棉区种植的高产高油的春大豆晚熟品种。

### 1.3 大豆高产示范田设计

为实现中黄 35 大豆的超高产,其高产示范田设计采用 3 种植技术模式,其具体措施如下:

2008 年 143 团 15 连 11 号条田采用覆膜沟灌技术,其具体参数为:一机 4 个双行,一机两膜,每条膜宽 125 cm,膜上播 2 个双行,播幅 305.2 cm,平均行距 38.15 cm,行长 1 747.5 m,株距 10 cm,单行面积  $666.67\text{ m}^2$ ,每公顷保苗 26.2 万株(图 1A)。

2009 年玛纳斯县早卡子乡东岸村高产田采用覆膜沟灌技术,其具体参数为:一机 2 个双行,一机一膜,膜宽 125 cm,膜上播 2 个双行,播幅 130 cm,平均行距 32.5 cm,株距 9 cm,每公顷保苗 33.0 万株(图 1B)。

2009 年 148 团 8 连 19 号条田采用覆膜滴灌技术,其具体参数为:一机两膜,每条膜宽 210 cm,膜上播 4 个双行;一机 4 管,一管 4 行,滴灌带布置在 30 cm 行距中间,车道 60 cm,窄行距 15 cm,播幅

460 cm,平均行距 28.8 cm,行长 2 314.9 m,株距 9.5 cm,单行面积 666.67 m<sup>2</sup>,公顷保苗 36.5 万株(图 1C)。

2010 年 148 团试验站 64 号条田采用不覆膜滴灌技术,其具体参数为:一机 4 管,一管 4 行,滴灌带布置在 30 cm 行距中间,车道 60 cm,窄行距 15 cm,播幅 460 cm,平均行距 28.8 cm,行长 2 314.9 m,株距 9.5 cm,单行面积 666.67 m<sup>2</sup>,公顷保苗 36.5 万株(图 1C)。

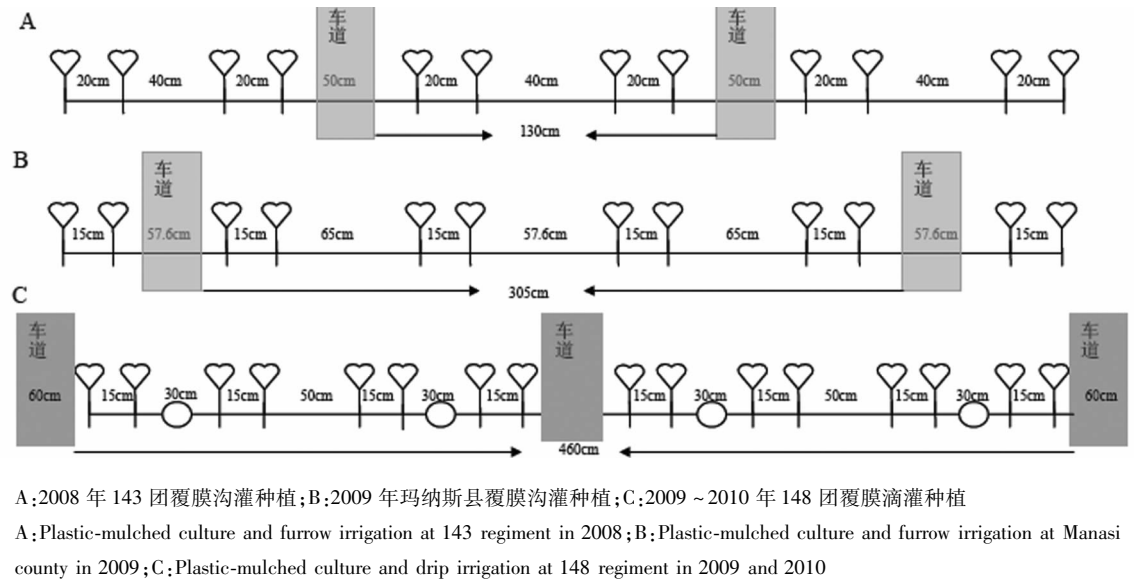


图 1 2008~2010 年大豆田间种植示意图

Fig. 1 The schematic design of soybean planting field in 2008-2010

2 结果与分析

2.1 中黄 35 大豆高产田专家产量验收情况

2008~2010 年分别于中黄 35 的大豆成熟期,聘请大豆验收专家到大豆高产地块实地测产验收(表 3)。其具体测产结果如下:

2008 年在新疆生产建设兵团 143 团 15 连 11 号条田采用覆膜沟灌技术,经聘请兵团大豆专家测产验收,人工实收 0.10 hm<sup>2</sup>,单独脱粒,去掉杂质后净重 622.66 kg,经水分速测仪测定籽粒含水量为

12.3%,按照《全国油料作物高产创建测产验收办法》(试行)“大豆测产办法”,折合 13.5%的标准含水量,产量为 5 920.5 kg·hm<sup>-2</sup>。该地块 0.75 hm<sup>2</sup>,总产 4 327.34 kg,平均产量 5 781.0 kg·hm<sup>-2</sup>。

2009 年在新疆生产建设兵团 148 团 8 连 19 号条田采用覆膜滴灌技术,聘请大豆高产栽培专家测产验收,实收 0.079 hm<sup>2</sup>,平均产量 6 037.5 kg·hm<sup>-2</sup>,达到小面积超高产指标。在农 2 连 9 条田,实收 5.79 hm<sup>2</sup>,平均产量 5 470.2 kg·hm<sup>-2</sup>,达到大面积超高产指标。

表 3 2008~2010 年中黄 35 高产验收产量结构

Table 3 Yield structure of soybean cv. Zhonghuang 35 in 2008-2010

种植地点	年度	株高	底荚高度	主茎节数	荚数	粒数	百粒重	经济系数	收获株数	产量
Field site	Year	Plant height	Bottom pod	Main stem	Pod number	Seed number	100-seed	Economic	Plant	Yield
		/cm	height/cm	nodes			weight/g	coefficient/%	number	/kg·hm <sup>-2</sup>
1	2008	78.8	11.6	15.4	46.3	118.2	21.6	0.54	15080	5920.5
2	2009	99.7	11.8	17.1	40.6	105.6	22.5	0.60	17081	5338.5
3	2009	90.1	12.7	16.8	36.4	94.3	22.0	0.52	19557	6037.5
4	2010	114.5	14.3	19.8	40.5	108.1	22.0	0.53	19950	6088.5

1:143 团 15 连; 2:玛纳斯县东岸村; 3:148 团 8 连; 4:148 团试验站

1:Company 15 of 143 regiment;2:Dongan country of Manasi county;3:Company 8 of 148 regiment;4:The experimental station of 148 regiment

通过对全团所有种植中黄 35 大豆品种的农户进行统计,全团共种植中黄 35 大豆 357.53 hm<sup>2</sup>,平均产量达 4 278.75 kg·hm<sup>-2</sup>;全团 33 户共种 153.46 hm<sup>2</sup>,平均产量 4 810.5 kg·hm<sup>-2</sup>。农十连 109 条田共 10.73 hm<sup>2</sup>,平均产量 5 355.3 kg·hm<sup>-2</sup>;2009 年 148 团种植中黄 35 大豆品种创全国大豆大面积高产纪录。同年运用制定栽培模式,在玛纳斯县早卡子乡东岸村,邀请新疆科技厅组成专家组,对农户周亮地块实收 0.089 hm<sup>2</sup>,产量达 5 338.5 kg·hm<sup>-2</sup>,全村 7 家农户地膜沟灌种植中黄 35 大豆 8.47 hm<sup>2</sup>,平均产量 4 843.5 kg·hm<sup>-2</sup>。

2010 年在新疆生产建设兵团 148 团试验站 64 号条田采用滴灌技术,经聘请国家大豆改良中心的专家测产验收,对该地块进行测产验收,实收 0.07 hm<sup>2</sup>,平均产量 6 088.4 kg·hm<sup>-2</sup>,全田 3.02 hm<sup>2</sup>,平均产量 5 438.25 kg·hm<sup>-2</sup>,再创全国大豆高产典型。

## 2.2 中黄 35 高产田肥水运筹情况

通过借鉴美国密苏里州农民 Kip Cullers 的大豆产量 10 414 kg·hm<sup>-2</sup>和我国大豆栽培专家董钻教授的高产栽培经验<sup>[34]</sup>,要实现大豆超高产,首要条件是种植地块的土壤要肥沃,以充分发挥高产品种的增产潜力。2008~2010 年分别在 143 团 11 号田、148 团 19 号田和 148 团 64 号田进行高产试验,3 个地块前茬种植棉花或小麦,无重迎茬。播种前将棉花秆粉碎还田,每公顷施牛粪 10 500 kg,或施

复合肥 375 kg(N 40%,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 15%,K<sub>2</sub>O 5%),或施有机肥 45 000 kg,然后秋翻或伏翻,作为基肥。大豆出苗前,取耕层土送国家测土施肥中心化验,结果见表 4。143 团 11 号田属高肥力土壤,148 团 19 号田,属中等肥力,土壤缺磷、铁、锰、锌;64 号田 pH 值 8.73,偏碱,土壤缺氮、磷、铁、锰、锌。根据生产 100 kg 大豆籽粒所需 N 8.29 kg,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1.64 kg,K<sub>2</sub>O 3.72 kg,推算每公顷生产 6 000 kg 大豆,需要从土壤中吸取 N 497.4 kg,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 98.4 kg,K<sub>2</sub>O 223.2 kg。按土壤基础肥力具有氮、磷、钾等肥料占 50% 计算,另外需每公顷施入 N 肥 248.7 kg·hm<sup>-2</sup>,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 49.2 kg·hm<sup>-2</sup>,K<sub>2</sub>O 111.6 kg·hm<sup>-2</sup>。

根据土壤的养分状况和大豆各生育时期需肥、需水规律和个体群体特征,同时结合当时气象状况、土壤基础肥力情况,对大豆品种中黄 35 的水肥运筹进行记录(表 5~7)。通过 2008~2010 年 3 a 对中黄 35 大豆高产栽培的水肥运筹试验,在北疆地区采用覆膜沟灌情况下,每个大豆生长季平均沟灌水 8 次,总用水量为 7 500 m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>左右,其水产比为 1:0.75,而在覆膜滴灌情况下,平均滴灌 11 次,总用水量为 4 500 m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>左右,相比沟灌可节水 3 000 m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>左右,滴灌 2 a 水产比分别为 1:1.32 和 1:1.25,达到干旱地区节水灌溉的目的。另外,通过随水施肥达到水肥同步,提高了肥料的利用率,降低了化肥的施用量和农用成本,提高了农民的经济效益。

表 4 2008~2010 年中黄 35 高产田块的基础肥力

Table 4 Basic fertility in the field planting soybean cv. Zhonghuang 35 in 2008-2010

地块 Field	pH	有机质 Organic matter/%	全氮 Total-N /g·kg <sup>-1</sup>	全磷 Total-P /g·kg <sup>-1</sup>	全钾 Total-K /g·kg <sup>-1</sup>	速氮 Available N /mg·kg <sup>-1</sup>	速磷 Available P /mg·kg <sup>-1</sup>	速钾 Available K /mg·kg <sup>-1</sup>	铁 Fe /mg·kg <sup>-1</sup>	锰 Mn /mg·kg <sup>-1</sup>	锌 Zn /mg·kg <sup>-1</sup>	硼 B /mg·kg <sup>-1</sup>
11	7.90	2.84	1.86	1.26	19.40	174.00	92.60	669.00	—	—	—	—
19	7.99	0.69	—	—	—	102.30	22.10	229.80	22.00	4.60	1.10	4.62
64	8.73	1.63	0.94	—	—	67.00	19.50	296.00	5.50	2.12	0.96	1.82

表 5 2008 年 143 团 11 条田覆膜沟灌大豆生育期水肥运筹

Table 5 Strategy of irrigation and fertilization under the plastic-mulched and furrow irrigation condition during the growth duration of soybean at the field No. 11 in 2008

水肥 Irrigation and fertilization	开花期 Flowering		结荚期 Podding			鼓粒期 Grain filling			合计 Total
灌水日期 Irrigation date( M/D)	6/12	6/24	6/11	7/22	8/2	8/14	8/23	8/29	8
灌水量 Irrigation amount/m <sup>3</sup> ·hm <sup>-2</sup>	1245.0	1200.0	975.0	975.0	975.0	910.5	825.0	765.0	7945.5
复合肥 Compound fertilizer/kg·hm <sup>-2</sup>	600.0( N、P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 、K <sub>2</sub> O 各 15% )								600.0
尿素 Urea/kg·hm <sup>-2</sup>	—	—	75.0	60.0		—	—	—	135.0

2009 年玛纳斯县覆膜沟灌施肥基本同 143 团。

The strategy for Manasi county in 2009 was the same to 143 regiment.

表 6 2009 年 148 团 19 条田覆膜滴灌大豆生育期水肥运筹

Table 6 Strategy of irrigation and fertilization under the plastic-mulched and drip irrigation condition during the growth duration of soybean at the field No. 19 in 2009

水肥 Irrigation and fertilization	出苗期 Seedling	开花期 Flowering				结荚期 Podding			鼓粒期 Grain filling				合计 Total
灌水日期 (M/D) Irrigation date	4/2	6/2	6/17	6/27	7/7	7/15	7/23	8/1	8/7	8/1	8/2	8/29	11
灌水量 Irrigation amount/m <sup>3</sup> ·hm <sup>-2</sup>	750.0	600.0	375.0	375.0	375.0	375.0	375.0	375.0	375.0	450.0	450.0	450.0	4575.0
尿素 Urea/kg·hm <sup>-2</sup>	—	30.00	45.00	45.00	45.00	15.00	30.00	30.00	45.00	45.00	45.00	30.00	435.00
磷酸二氢钾 MKP/kg·hm <sup>-2</sup>	—	15.00	30.00	30.00	45.00	30.00	52.50	45.00	—	30.00	15.00	—	292.50

表 7 2010 年 148 团 64 条田不覆膜滴灌大豆生育期水肥运筹

Table 7 Strategy of irrigation and fertilization under the furrow irrigation condition during the growth duration of soybean at the field No. 64 in 2010

水肥 Irrigation and fertilization	出苗期 Seedling	分枝期 Branching	开花期 Flowering				结荚期 Podding			鼓粒期 Grain filling			合计 Total
施水肥期( M/D) Irrigation date	5/15	6/12	6/2	7/11	7/19	7/26	8/4	8/15	8/26	9/2	9/12	9/22	11
灌水量 Irrigation amount/m <sup>3</sup> ·hm <sup>-2</sup>	1225.5	450.0	660.0	480.0	516	471	471	375.0	469.5	435.0	375.0	282.0	4846.5
尿素 Urea/kg·hm <sup>-2</sup>	—	61.8	60.0	60.0	40.7	33.8	36.0	—	75.0	15.0	30.0	—	442.2
磷酸二氢钾 MKP/kg·hm <sup>-2</sup>	—	31.5	30.0	14.4	16.4	16.5	16.2	15.0	—	—	—	—	126.9
磷酸—铵 MAP/kg·hm <sup>-2</sup>	—	48.9	49.5	60.0	32.55	—	16.2	16.5		15.0	16.5	—	254.6
硫酸亚铁 Ferrous sulfate/kg·hm <sup>-2</sup>	—	24.5	49.5	15.0	—	—	—	—	—	—	—	—	88.4
多元微肥 Micronutrient fertilizer/kg·hm <sup>-2</sup>	—	21.8	19.5	11.4	3.3	3.3	—	—	—	—	—	—	59.7

2.3 中黄 35 高产田化学调控与水肥调节

通过叶面喷施多效唑、缩节胺、爱密挺等化学调控剂可明显控制大豆植株旺长,并塑造理想大豆株型。2008 年由于采用覆膜沟灌栽培技术,田间控水比较困难,因此在大豆的开花期和结荚期叶面喷施较大剂量的多效唑,将植株高度控制在 80 cm 左右,全田大豆秆强荚多未出现倒伏现象。

2009 年由于干旱缺水,采用覆膜滴灌技术,全生育期滴水 11 次,平均每次滴水量为 415.5 m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>(41 mm),每公顷总滴水量为 4 575 m<sup>3</sup>,起到了控长作用,但在每公顷达 34.5 万株的高密度条件下,存在旺长倒伏的可能,因此在大豆苗期、开花期和结荚期叶面适当喷施少量的缩节胺,控制株高在 90 cm 左右,可有效防止植株倒伏。

2010 年由于春季低温积雪融化晚,播种期比历年推迟了 30 d,出苗期推迟了 20 d。大豆 6 月份出苗,7 月份开花,8 月份大豆结荚期正处于光、温、水、肥供给充足的夏季。这一方面避开了土壤盐碱过重造成的烂种和烂苗,另一方面通过早灌水,压低了下表土的盐分,保证了苗齐苗壮;在大豆苗期、开花期和结荚期,由于全田大豆植株密度较大,容易引起旺长倒伏,导致落花和落荚,最终造成大豆减产,因此在此期间采用适当的化控剂,即在大豆植株 13 片复叶伸展期,适时适量地进行叶面喷施化控剂,控制节间伸长,使植株矮健,以达到较高的叶面积指数的目的。经测定,2010 和 2009 年最高叶面指数分别为 7.06 和 6.93,均处在第 14 片复叶的大豆鼓粒初期,保证了鼓粒期大豆植株受光态势

好,从而达到大豆高产的目的。2010年自大豆第3片复叶的分枝期(6月12日)到第14片复叶的结荚期(7月26日),每次滴水、肥的前1~2 d,进行叶面喷施化控剂5次(表8),将大豆植株中、下部节间长度控制在3~4 cm左右,提高了植株中、下部节位的结荚数,保证了每个大豆单株的籽粒产量,从而实现了大豆高产。

2010年8月10日晚由于6级大风加暴雨,造成处于鼓粒初期的全田不同程度的倒伏,进入8月中旬到9月份的鼓粒期,气温降低,加上土壤肥力

较充足,此时植株上部又生长出3~4片复叶继续开花结荚。为控制大豆植株在鼓粒期旺长,自8月15日到9月22日的鼓粒后期,在保证土壤湿润,植株不表现旱情的情况下,每次滴水量减到285~375 m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>,达到控水控肥的效果,使倒伏植株直立,形成株间良好的通风透光态势。直到成熟全田的植株倒伏面积仅为10%左右,达到了植株上、中、下荚多、粒多、粒大的高产态势。总之,化控与水、肥调节相结合,是实现大豆超高产密不可分的关键技术措施。

表8 化学调控措施统计表

Table 8 Chemical controlling measures in the field

地块 Filed site	出苗后天数 Day after seedling/d	日期(M/D) Date	多效唑 MET/g·hm <sup>-2</sup>	缩节胺 DPC/g·hm <sup>-2</sup>	爱密挺 Emistim C/mL·hm <sup>-2</sup>
11号田 Field No. 11	30	6/5	525.0	—	—
	40	6/24	624.0	—	—
19号田 Field No. 19	5	5/4	—	30.0	—
	42	6/10	—	45.0	—
	52	6/20	—	60.0	—
	68	7/4	—	120.0	—
64号田 Field No. 64	16	6/12	120.0	45.0	—
	24	6/20	244.5	75.0	—
	45	7/11	334.5	75.0	—
	53	7/19	183.0	120.0	4.95
	60	7/26	183.0	150.0	4.95

## 2.4 中黄35高产田大豆病虫害防治

在干旱的新疆北部棉区大豆种植较少,病害也比较轻,一般不作防治,3 a来棉区对大豆危害最严重的是棉红蜘蛛和棉铃虫。红蜘蛛危害的高峰期正处在大豆结荚和鼓粒期的7、8月份,此时由于大豆窄行密度高,植株交错封行,人力和机械进行防治均很困难,只有在大豆苗期和开花期病虫害尚未大面积发生时喷施农药进行及早防治,使大豆植株体内积累一定药量,才能达到根治的效果。试验采用阿维菌素、三氯杀螨醇、灭螨净等药剂防治红蜘蛛,采用赛丹等药剂防治棉铃虫,效果较好。

## 3 讨论

### 3.1 肥水运筹对大豆产量的影响

大豆植株主要通过根系吸收土壤中水溶性肥料、矿物质和微量元素。该文的随水施肥就是将肥料溶于水并随同灌溉(滴灌,沟灌等)水施入田间或

根系的过程。供水的多少会影响土壤溶液浓度,从而影响大豆根系对肥料的吸收能力和吸收量,根据大豆生育阶段所需的不同肥料量,科学的将肥料加入到水溶液中,给以适时适量的滴灌水,将肥料渗入根层,保持土壤湿润,才能提高肥料的利用率<sup>[5-6]</sup>。

氮素是大豆生长发育和产量形成的主要元素,大豆产量水平取决于氮的供应状况,适当氮水配置,可以有效防止苗期与花荚期旺长,避免因倒伏所造成的落花落荚和减产。磷的供应是影响大豆生物学产量,经济产量和营养质量的关键因子,前期施磷可起到增花增荚作用。大豆植株从分枝期到开花期进入吸收钾肥的高峰期,钾能在大豆植株内再分配利用,促进幼苗生长,使茎秆坚韧不倒伏。重视氮、磷、钾肥在大豆苗期、开花期和结荚期的有效施用可明显促进大豆根、茎、叶、花、荚器官建成,增加干物质积累,使植株健壮,从而达到大豆超高

产的目的。

该试验采用的大豆品种中黄 35 所需外源氮肥总量的 57.7%,磷、钾肥总量的 80.9%,是从 3 片复叶期到花荚期,分 6~7 次溶于灌溉水中,随水滴施到大豆植株根部,剩下 42.3% 的氮肥和 19.1% 的磷、钾肥分 3~4 次溶于滴灌水中,在鼓粒期滴入土壤中,以起到延长植株绿叶寿命,提高光合效率,达到增加粒重的目的。另外,在苗期到开花期间叶面喷施微量元素,如硫酸亚铁、锌、锰肥等,以补充土壤中微量元素的不足,并可减轻盐碱的危害。

保持土壤湿润是大豆实现高产的必要条件,因此该试验通过适时适度的滴灌来保证土壤湿润,而灌水量要密切结合气候变化和大豆生育阶段的群体长势来协调运筹<sup>[6]</sup>。与内地气候相比,属于旱气候的北疆农区,历年来光、热、水资源都比较稳定,尤其在 6~8 月的夏季气温基本稳定,而气温变化较大的是春季(3~5 月)和秋季(9~11 月)。3 a 来在大豆高产创建中,紧抓春季适温早播,经滴水出苗后,5 月应采取控水、提温、促根和蹲苗措施;6~7 月应充分利用开花期和结荚期的高温和充足的光照,促进营养生长与生殖生长,可分 4~6 次进行灌水和施肥,保证生育期总灌水量达 60% 左右,以创建大豆高产群体;8~9 月高温有利于大豆鼓粒,为了有效延长大豆生育期和增加粒重,可采用在大豆鼓粒期进行灌水和施肥 3~5 次,占生育期总灌水量的 40% 左右,最终实现大豆超高产的目的。

### 3.2 创建大豆公顷产量 6 吨的经验总结

2008 年采用棉花播种机播种大豆,因豆粒比棉籽光滑,下种量过大,增加了大豆种子成本。另外,在大豆开花期 6 月 12 日灌头水前破膜开沟,因表层土壤失水干硬,翻出的土块较大,造成了伤根死苗,原计划每公顷留苗 30 万株,实际收获仅为 22.5 万株,是产量不能实现  $6\,000\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$  的主要原因。根据此情况建议应改为第一次破膜松土 8~10 cm,第二次开沟就可避开伤根死苗。

2009 年在 148 团首次采用覆膜滴灌技术种植大豆,为全国大豆大面积创造高产取得了宝贵的经验和教训。首先,采用覆膜滴灌棉花播种机播种大豆,播深只有 1.5~2.0 cm,因播种过浅导致大豆主

侧根均浮在表层土壤,且表层土壤盐碱积累较多,容易造成失墒死苗,建议改为将大豆籽粒入土 3.0~3.5 cm,促进根系深扎,提高大豆出苗率,避免死苗。其次,改进大豆收获机械,避免籽粒破碎,可有效减少浪费,提高大豆种子的商品率。

2010 年由于播种期推迟了 30 d,苗期处于高温,蹲苗时间太短,在大豆第 6 片复叶的开花初期第一次滴水,造成了植株旺长。为了控制旺长增加了化控剂喷施量,但收效欠佳,故应将滴灌头水推迟至第 9 片复叶的盛花期为好。建议在大豆开花期依苗控长,只有控制好水和肥,才能起到壮秆作用,防止倒伏。

### 参考文献

- [1] 林汉明,常汝镇,邵桂花,等. 中国大豆耐逆研究[M]. 北京:中国农业出版社,2009. (Lam H M, Chang R Z, Shao G H, et al. Research on tolerance to stresses in Chinese soybean[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2009. )
- [2] 罗庚彤,王连铮,高扬,等. 北疆春大豆亩产 320 公斤覆膜滴灌栽培技术模式[J]. 大豆科技,2010(2):46-49. (Luo G T, Wang L Z, Gao Y, et al. Development of the soybean cultivation technology with the yield of 4800 kg/ha for soybean cultivar Zhonghuang 35 in the northern Xinjiang province[J]. Soybean Science and Technology, 2010(2):46-49. )
- [3] 孙寰. 世界大豆高产新纪录:10414 公斤/公顷-访高产纪录创造者 Kip Cullers[J]. 大豆科技,2010(2):1-4. (Sun H. The novel world record of soybean yield: 10414 kg/ha-Interview of the soybean high yield recorder Kip Cullers[J]. Soybean Science and Technology, 2010(2):1-4. )
- [4] 董钻,祁明楣,罗文春,等. 大豆亩产 450 斤的生理参数及栽培措施初探[J]. 大豆科学,1982,1(2):131-140. (Dong Z, Qi M M, Luo W C, et al. Preliminary studies on the physiological parameters and cultural measures for soybean varieties yielding 225 kg per mu[J]. Soybean Science, 1982,1(2):131-140. )
- [5] 刘晓英,林而达. 气候变化对华北地区主要作物需水量的影响[J]. 水利学报,2004(2):77-87. (Liu X Y, Lin E D. Impact of climate change on water requirement of main crops in north China[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2001(2):77-87. )
- [6] Wang F, Kang Y, Liu S. Effects of drip irrigation frequency on soil wetting pattern and potato growth in north China plain[J]. Agricultural Water Management, 2006, 79:248-264.