

大豆高产稳产低成本的试验研究*

郭 午 蔡元定 于乐贤 孙长占

(吉林农业大学)

我们从1981年开始在德惠县松柏公社朱家大队进行大豆大面积高产稳产低成本的试验研究,计划在三年内研究总结出一套大豆大面积亩产300斤以上的高产稳产低成本的综合技术措施和生长发育规律,为我省中部平原地区提高大豆单产提供技术经验和理论依据。

一、大豆试验示范田的增产效果及经济收益

(一) 增产效果

1981年朱家大队大豆试验田实收面积为545.6亩,总产量176,180斤,平均亩产322.9斤,超过预定指标300斤的7.6%,比试验前三年的平均亩产230斤增产40.4%。

从本年自然降雨情况看,大豆主要生育阶段的6至8月份降雨量为572.1毫米,比常年降雨量多90.6毫米,特别是6月份雨水过多,7月份雨水又偏多,两个月的降雨量高达401.3毫米。大豆试验田遭到不同程度的水淹,显著影响大豆产量,其中受害较轻的370亩平均亩产达380.3斤。

1982年大豆试验田实收面积为450亩,总产量126,900斤,平均亩产282斤。本年迁德惠县历史上罕见的大旱,6至8月份没有降过一次透雨,三个月降雨量仅有138.3毫米。大豆试验田虽然遭到严重干旱,土壤水分不足,影响大豆的正常生育,但亩产量仍超过280斤,比当地一般大豆生产田增产28.6%。

1983年大豆试验田实收面积为620亩,总产量225,060斤,平均亩产363斤,超过预定指标300斤的21%,比前两年大豆试验田平均亩产304.4斤,增产19.4%。

本年6至7月份的降雨量较适宜,有利大豆花芽分化和开花,但8月份降雨量偏少,仅有88.3毫米,对大豆的结荚鼓粒又很不利。

三年大豆试验田共实收面积为1615.6亩,总产量528,140斤,平均亩产326.9斤,超过预定指标300斤的8.7%。比试验的前三年(1978~1980)平均亩产230斤,增产42.1%。三年大豆试验田比过去一般田增收大豆156,560斤。

从三年的气候条件看,一年是受涝,一年是严重干旱,一年是生育后期雨水少。在这样不利于大豆生长发育的条件下,大豆试验田之所以获得高产稳产,主要是合理地运用了各项高产技术措施,充分发挥它们的综合作用的结果。

(二) 生产费用及经济收益

1981年对朱家六队不同大豆田块进行了生产费用和经济收益效果的统计分析,结果见表1。

* 参加此项工作的还有:德惠县科委农艺师沈金声,松柏公社副主任白希贤。

表 1 不同大豆田块的生产费用及经济收益比较

(单位: 元)

田块	项目 产量 斤/亩	每斤售价	亩收入								亩支出	亩纯收入	
			种子	化肥	农药	除草剂	机械	人畜工	其他	斤豆成本			
试验田	330	0.37	122.1	4.00	3.90	0.60	1.60	4.00	7.00	5.00	0.079	26.10	96.00
一般田	240	0.34	81.6	3.20	2.60	0.60	0	4.00	6.00	4.00	0.085	20.40	61.20
相差	90	0.03	40.5	0.80	1.30	0	1.60	0	1.00	1.00	-0.006	5.70	34.80

从表 1 看出: 虽然大豆试验田由于增加肥料、化学除草剂及人畜工等方面的费用, 比一般田每亩投入的成本增加 5.70 元, 但由于试验田加肥加工精耕细作, 产量明显提高, 结果斤豆成本反而比一般田稍有降低, 并增加了单位面积的纯收入, 比一般田每亩多收入 34.80 元。

三年来朱家大队大豆试验田比试验前三年平均每亩增产 96.9 斤, 每斤大豆按 0.37 元计算, 每亩增加收入为 35.85 元, 扣除每亩多增加的投资 3.80 元, 每亩纯增加收入 32.05 元, 总纯增加收入 51,779.98 元。

二、大豆亩产 300—350 斤的生长发育动态指标及产量形成基础

(一) 生育动态指标

应用综合增产技术措施使大豆亩产达 300—350 斤, 植株自幼苗期直到黄熟期的整个生育过程, 具有一定的生育指标。这些指标与其产量有着密切关系。我们调查了“德惠 731”品种亩产 350 斤的大豆生育进程和指标见表 2。

表 2 大豆亩产 350 斤的生态指标

项目	生育期						
	出苗期	分枝期	初花期	盛花期	结荚期	鼓粒期	黄熟期
生育期(月·日)	5.20	6.20	6.29	7.14	8.2	8.18	9.26
各期日数(日)		31	9	15	19	16	39
出苗至各期日数(日)		29	38	53	72	88	129
株高(cm)		17.5	28.5	48.6	71.5	78.4	83.6
日生长量(cm/日)		0.56	1.22	1.34	1.21	0.43	0.13
叶面积系数		0.53	1.9	3.98	4.95	4.37	3.02
各期干物重(克/m ²)		69.4	99.5	234.4	472.7	611.1	738.4

从表 2 看出: 亩产 350 斤大豆, 自出苗到黄熟期的生育日数 129 天左右。植株日生长量由苗期的 0.56 厘米/日到盛花期 1.34 厘米/日。盛花期是一生长量最高时期, 以后逐渐减慢, 到 9 月 15 日左右停止生长。同样从出苗到盛花期叶面积稳健发展不断增加, 一直到结荚期达最高峰 4.95, 到黄熟期仍保持较大的叶面积, 对干物质积累和产量形成是有利的。其单位面积干物质积累从出苗到黄熟期不断增加, 一直到黄熟期达到 738.4 克。

在盛花结荚初期豆株顶部三片成熟叶片中氮、磷含量测定结果表明, 含氮应达到 4.8%, 含磷应达到 0.38%, 则可望获得亩产 350 斤。如果含氮只有 4.60%, 含磷只有 0.29%, 则表明氮磷营养不足, 产量最多只能达到亩产 300 斤。

(二) 产量的构成因素

表 3 历年大豆“德惠731”品种产量构成因素

年度	项目 (m ²)	株数 (cm)	株高 节数	单株荚数	单株粒数	百粒重 (g)	荚数 (m ²)	粒数 (m ²)	理论产量 斤/亩	实际产量 斤/亩
1981	20.5	78.5	16.4	30.1	69.2	21.5	617.1	1418.6	406.9	369
1982	21.0	73.6	15.3	28.0	64.4	18.0	588.0	1352.4	324.7	302
1983	22.0	85.8	18.1	31.9	70.1	20.1	701.8	1542.2	413.5	381

从表 3 看出：亩产实现 300—350 斤，密度平方米实收 20.5—22.0 株。单株荚数 28.0—31.9 个；平方米荚数 588.0—701.8 个；单株粒数 64.4—70.1 个，平方米粒数 1352.4—1542.2 个；百粒重 18.0—21.5 克。

单株荚数和粒数受单位面积株数影响，当密度增加时单株生产力下降，相反密度降低单株生产力提高。但要获得亩产 300—350 斤的产量水平，首先单位面积必须有足够的株数。为此，必须确保全苗，培育壮苗，单位面积上保证足够株数，使其具有较高生产力，群体内结出较多的荚数，形成较多的粒数，并有较大的粒重，才能达到理想的产量水平。

(三) 生育指标与籽实产量的关系

1、生物产量与经济产量的关系

生物产量是经济产量的基础，要获得亩产 300—350 斤大豆籽实，必须有相应的生物产量为前提。我们把获得亩产 300 斤以上的籽实水平的试验处理的生物产量汇总如表 4。

表 4 生物产量与籽实产量的关系

生物产量(斤/亩)	籽实产量(斤/亩)
826.2	416.0
798.0	395.7
743.6	353.3
668.0	324.0
630.4	318.7

表 5 最大叶面积系数与产量的关系

叶面积系数	籽实产量(斤/亩)
4.79	353.3
3.80	340.9
3.63	296.6
3.55	291.5
3.38	294.7
2.70	240.0

注：生物产量为茎秆、荚皮和籽实产量之和。

从表 4 结果看出：生物产量每亩达到 630.4—743.6 斤，都能达到籽实产量 300—350 斤。

相关性测定结果表明，生物产量与籽实产量呈极显著正相关，相关系数 $r = 0.9766$ ，其回归方程 $y(\text{斤/亩}) = -7.7065 + 0.5033x$ (x 为每亩生物产量)。

2、叶面积系数与籽实产量的关系

叶片是光合作用的主要器官，合理的叶面积系数是提高大豆产量的关键因素。

从表 5 结果看出：获得亩产 300—350 斤最大叶面积系数在 4—5。最大叶面积系数与籽实产量的相关系数， $r = 0.8454$ ，极显著。回归方程为 $y = 96.594 + 54.58x$ (x 为最大叶面积系数)。

3、株高、节数与籽实产量的关系

株高、茎粗、节数是描述生育状况的指标，没有一定的营养生长量是不会获得大豆高产的。

表6 株高、节数与产量的关系

株高 (cm)	茎粗 (cm)	节数	产量 (斤/亩)
92.6	0.54	16.9	416.0
90.4	0.72	17.1	394.7
89.8	0.63	17.4	390.4
89.8	0.62	16.3	387.8
87.8	0.65	15.6	368.6
85.8	0.75	18.6	353.3
81.7	0.77	16.9	340.9
80.7	0.63	17.4	324.0
75.6	0.66	15.6	315.0
75.5	0.59	15.6	318.7
72.9	0.64	15.0	291.9
65.0	0.50	12.9	258.7
62.9	0.64	15.0	294.7
59.1	0.45	13.6	240.0
52.4	0.47	12.8	200.0

从表6结果看出：大豆亩产300~350斤，株高为75.5~85.8厘米；茎粗0.59~0.72厘米，节数15.6~18.6个。

经相关分析株高与产量呈正相关，相关系数， $r = 0.9750$ ，极显著。回归方程 y (斤/亩) = $-41.456 + 4.748x$ (x 为植株高度单位厘米)。

节数与产量呈正相关，相关系数 $r = 0.7491$ 极显著。回归方程 y (斤/亩) = $60.062 + 24.882x$ 茎粗与产量相关不显著，相关系数， $r = 0.4437$ 。

三、大豆高产稳产的技术

经验

(一) 建立合理轮作和土壤耕作制度是大豆高产稳产的基础

朱家大队过去偏重在低洼地上种植大豆，重茬特别是迎茬较多是造成减产的一个重要原因。据在朱家七队调查，大豆重茬或迎茬植株生育不良，一般重茬减产30%左右，迎茬减产10%左右。

大豆试验田改变了不合理的轮作制，坚持清种大豆，实行以大豆为主的大豆——高粱——玉米三年轮作制。在耕作制度上改连年耕翻土地为隔年轮翻。在种植方法上改大犁扣种为机械播种。在确定了轮作方式和耕种方法的基础上，建立了合理的施肥制度。具体方式如下：

轮作：大豆——高粱——玉米

耕作：原垄——原垄——机械平播或垄播
机播——杯种

不翻地——收获后秋翻——不翻地

施肥：种肥——追肥——基肥、种肥、追肥

大豆种植在未经耕翻的玉米茬上，4月下旬清除根茬后，用BT-6播种机原垄种。据调查，由于原垄地受光面积大于秋翻平地，土温升得快，保墒性能好，土壤松紧适宜(见表7)。

表7 不同播种方法土壤温度、水分情况(5月1日调查)

项 目	土壤温度(℃)		土壤含水量(%)		土壤容重	
	5 cm	0—5 cm	5—10 cm	耕 层	犁 底 层	
原垄种	12.4	14.5	23.9	1.17	1.21	
机械平播	11.2	12.3	19.9	1.09	1.33	

从表7看出，原垄种比秋翻机械平播5厘米深处的土壤温度高1.2℃，土壤含水量多2.2%，有利种子发芽和出苗，出苗率高，幼苗生长健旺。

一般玉米地施肥量较多，原垄种能使前茬玉米地上施用的肥料残留部分及根茬腐烂后生成的有机质全部集中在大豆根系附近，增加大豆养分供应，植株生育良好，比秋翻机械

平播的大豆产量提高6.9%。此外，原垄种还可以节省翻耙地的费用开支，降低生产费用。

在大豆茬上种高粱，原垄种不施磷肥。豆茬土壤肥沃、疏松，杂草少，地板干净。在大豆地上施用的磷酸二铵，除供应当年大豆生长需要外，残留部分还可供高粱生长的需要。

在秋翻的高粱茬上种玉米，机械平播或垄播。由于前两年土地没有耕翻，在高粱茬上进行秋深翻，对改善土壤环境条件，消灭杂草，减少病虫害危害都有很好作用，特别是结合秋翻地施有机肥料对提高土壤肥力效果尤为显著。

(二) 选用优良品种是大豆高产稳产的前提

近几年来，朱家大队种植的大豆品种，除一些老品种外，主要是“吉林3号”。由于不重视选种、提纯，加上机械混杂、生物混杂，种性已经变劣，增产潜力低。1981年大豆试验田引种了“吉林13号”和“九农9号”两个良种，试验表明，在相同条件下，它们分别比“吉林3号”增产11.1%和6.6%。

为了找出更适宜当地气候和土壤条件下栽培的大豆品种，我们还引种“德惠731”、“九农9号”、“九农11号”、“九农12号”、“吉林13号”、“吉林3号”等六个品种进行了品种对比试验。

试验结果：除“九农11号”外，都比对照“吉林3号”品种增产。“德惠731”表现最突出，比对照增产36.6%，其次是“九农12号”、“吉林13号”分别增产8.5%和11.1%。

1982年试验田主要推广种植“德惠731”、“吉林13号”两个品种。试验表明，在同样受旱的条件下，“德惠731”比“吉林13号”明显增产。

经过前两年的品种对比试验和大面积种植，“德惠731”都表现稳定而明显增产。所以1983年试验田种植“德惠731”为主，它的播种面积达90%以上，这对实现整个试验田大豆高产稳产起了重要作用。

(三) 科学施肥是大豆高产稳产的保证

大豆是需肥较多的作物，又是具有特殊需肥特点的作物。虽然大豆能自身固氮，但要获得高产除了需要较肥沃的土壤条件外，还必须增施肥料。

过去朱家大队种大豆基本不施肥，生育期间营养供应不足，是低产的一条重要原因。

大豆试验田为草甸黑土，土壤基本肥力情况见表8。

表8 土壤营养情况(1981年)

项 目	pH值	有机质 (%)	速效钾 (PPm)	碱解氮 (PPm)	速效磷 (PPm)
五 队	7.76	2.955	160.8	121.8	4.75
六 队	7.98	2.822	169.6	115.7	4.85
七 队	7.90	3.089	173.7	121.7	5.25

从土壤化验结果看出：三个队试验田的土壤类型相同，肥力相似。土壤是微碱性较适合大豆生长。有机质含量较高，碱解氮含量中等，但由于地势低洼冷浆，春季地温低，有机物分解慢，大豆生育前期易缺乏速效性养分和氮素。速效性钾含量较高，基本能满足大

豆需要，速效性磷含量低，远远满足不了大豆特别是生育前期对磷的需要，必须依靠施肥补充。

为此，在用BT—6播种机播种同时，每亩施高磷低氮复合肥磷酸二铵12斤做种肥。调查表明，施用磷酸二铵的大豆，株高、茎粗、单株荚数和粒数均有明显增加，籽粒饱满，百粒重高，增产26.4%。1982年在干旱的条件下，试验田施用磷酸二铵仍比未施的增产12.5%。

在磷酸二铵中氮磷比例为1:2.5，较符合大豆对氮磷肥料的要求，它既能满足大豆苗期对少量速效氮的需要，促进幼苗的茁壮生长，又能充分满足大豆整个生育期中对磷的迫切需要，既促进了营养生长，又有利于生殖生长，从而显著地提高了产量。

我们在草甸黑土上的试验表明，一般每亩施用磷酸二铵12—13斤就可以了，更高的施用量只能使产量稍有增加，但生产成本则有明显提高。

从确保全苗看，由于大豆种子萌芽对高浓度化肥比较敏感，磷酸二铵与种子同层混施，易造成烧苗死亡。据1981年田间调查，每亩与种子同层混施12斤磷酸二铵，烧苗率达8.3%。种肥相隔深施，可以避免烧苗现象，还能保证大豆中后期能吸收利用比较多的磷素和提高化肥的当年利用率，促进大豆生育提高产量。

大豆种肥以深施到种下3—5厘米为宜。据盆栽试验结果，深施种肥比同层混施的增产5%左右。

在试验田普通施用磷酸二铵的基础上，还在80亩地上每亩增施有机农肥4,000斤做对比试验。结果增施有机农肥比未施的地块增产18.5%。

(四) 确保全苗，合理密植是大豆高产稳产的关键

全苗是大豆丰产的基础，缺苗是造成大豆减产的重要原因。朱家大队过去在大豆生产上耕种粗放，缺苗比较严重。为了确保全苗，播种前对种子进行了人工粒选，除去病杂破碎粒，达到了整齐一致，发芽率达95%以上。当地历来大豆田受黑绒金龟子危害比较严重，播种前用种子重量7%的灵丹粉(20%666粉)拌种。

大豆播种期是否合适对保苗关系很大。在当地气候条件下，以4月25日至5月1日播种是最适宜的，这样土壤温度和水分都能满足种子发芽出苗的要求，一般播后20天左右就出齐苗，而且小苗生长健旺。

过去播种大豆习惯采用大犁扣种，这种播种方法比较粗放，播的密度不匀，深浅不一，所以出苗不齐并严重缺苗断条，直接影响产量的提高。试验田全部采用机播。行距70厘米，播幅15厘米，每亩播量8—9斤。机械播种，能做到开沟、点种、施化肥、覆土、镇压连续作业，并可保证播深一致，播种深度3—5厘米，出苗均匀、整齐，植株生育良好，比大犁扣种可提高产量21%。

间苗是提高大豆产量的一项卓有成效的技术措施。调查表明，间苗促进了植株的个体发育，使群体生长整齐，能充分利用地力和空间，可提高产量20.5%。

大豆合理密植与品种、土壤肥力、施肥水平等都有密切关系。试验结果表明，在当地气候和栽培条件下“德惠731”、“九农9号”每亩保苗1.3万株左右，“吉林13号”每亩保苗1.5万株左右较为适宜。

(五) 消灭杂草，及时防虫是大豆高产稳产的保障

草荒是朱家大队农业生产中的一个严重问题，特别是涝洼地几乎年年草荒。据1981年

播种前调查，大豆试验田5厘米深处土层中每平方米杂草种子多达2435粒。为了防止杂草危害，朱家六队190亩试验田在5月9日~10日，即播种后10~11天，大豆幼苗尚未出土，胚根长1.5~2.0厘米时，用人工背式喷雾器，在苗眼40厘米宽处带状喷施化学除草剂拉索（有效剂量43%），每亩用药量4两，兑水20斤。喷后第2天和第3天连续降雨，充分发挥了拉索的杀草作用，见表9。

表9 化学除草剂拉索杀草效果（1981年）

处 理	杂草株数				
	单 子 叶	蓼 科	灰 藜	其 它	总 计
未施除草剂时杂草数	177	23	23	49	277
施除草剂后杂草数	0	18	1	13	38
杀草数	177	5	27	30	239
杀草率%	100.0	21.7	96.4	31.2	86.2

大豆幼苗出土后，普遍进行铲前趟一犁，不仅压制杂草生长，还能起到抗旱保墒和提高地温的作用。为了疏松土壤，消灭杂草，在大豆生育期间及时进行了两至三遍中耕除草，封垄前拿起了大垄。在大豆插墒后，拔了一次大草，促进了田间通风透光。

大豆蚜虫和大豆食心虫是影响产量的大敌。当地历年来大豆食心虫危害严重，虫食率一般为20%左右，有的年份大豆蚜虫危害也较重，对产量影响也很大。

防治大豆蚜虫的关键是治早，把蚜虫消灭在“窝子腻”阶段。1981年7月中旬在试验田蚜虫大量发生时期，用40%乐果乳油配成800倍药液，每亩喷施20斤，防治效果很好。

利用敌敌畏熏蒸法防治大豆食心虫成虫，简便易行，效果很好。但要掌握好防治时机。

在发蛾盛期（一般在8月12日至18日），是防治成虫的有利时机。1981年8月18日，在大豆试验田，每亩用80%敌敌畏2两浸棉球，挂于豆株中部叶柄上，每六垄挂一行，每个棉球相隔6米，进行熏蒸防治，虫食率压低到3.7%，比对照未防治的15.5%，降低11.8%。

1982年6月中旬，试验田发生前所未有的草地螟危害。每亩喷施2.5%敌百虫粉剂5斤，由于发现的早，防治及时，未有遭受严重危害。

1981年5月17日发现豆鼠危害大豆幼苗，被害地段造成严重缺苗。5月18日及时进行防治，将半熟的小米或豆饼用油炸熟，每10斤毒饵拌4两磷化锌塞进洞穴内，施药后未发现豆鼠继续为害。

通过三年大豆综合高产栽培技术研究认为亩产稳定在300—350斤的高产栽培技术，合理轮作是基础，选用良种是前提，科学施肥是保证，确保全苗是关键，灭草防虫是保障，以上各项技术措施相辅相成，是个统一体，哪一项技术贯彻不好都将影响产量。只有切实抓好每项技术措施，方能获得大豆的高产稳产。